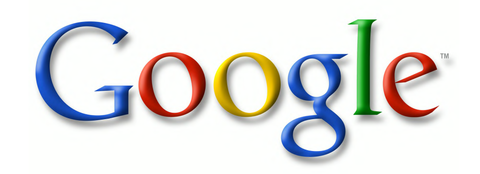
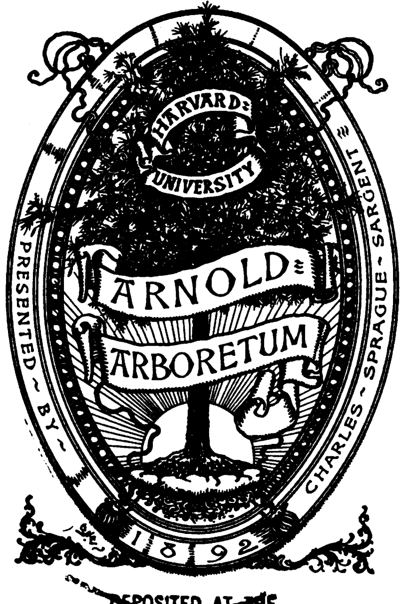
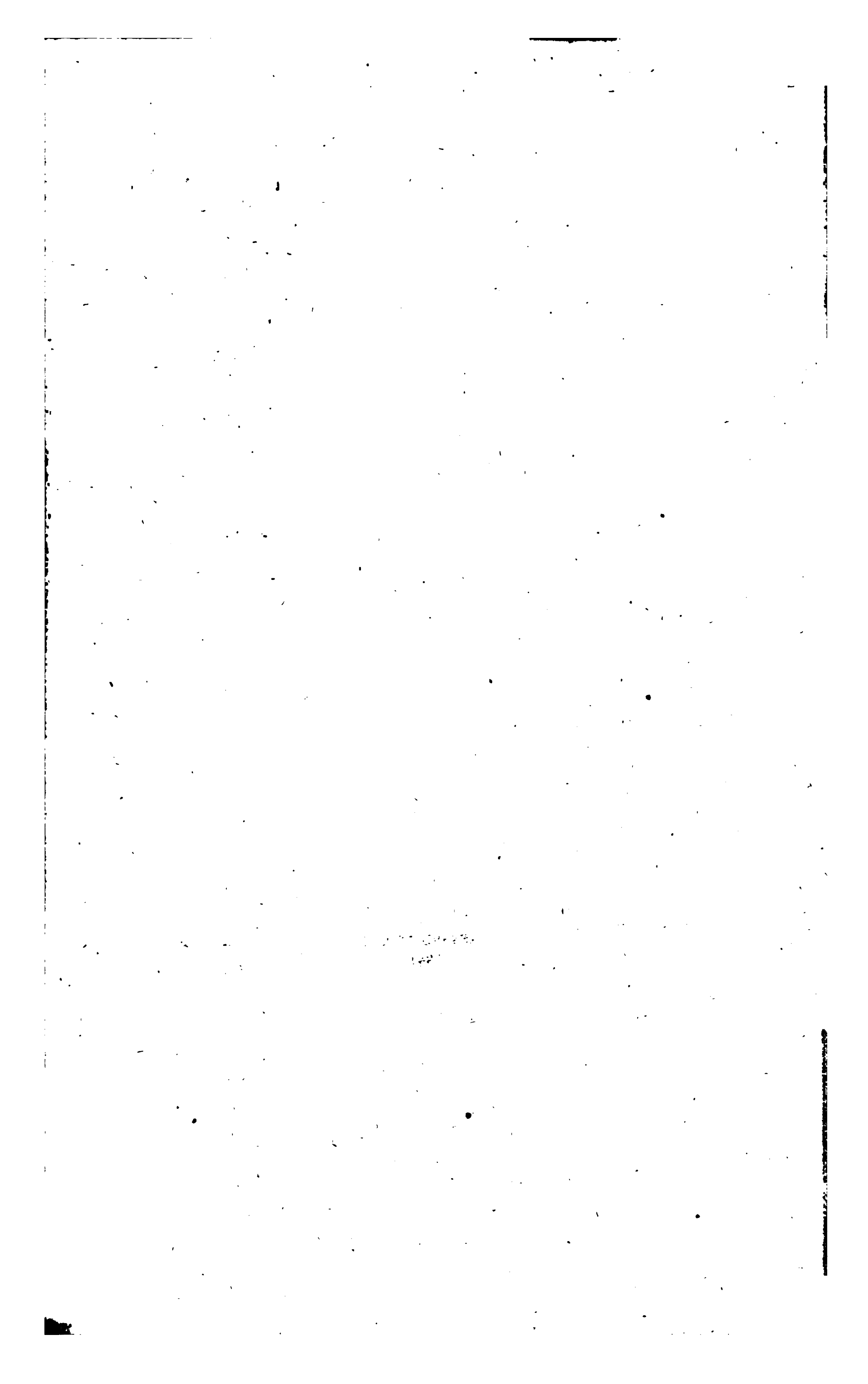



HARVARD
UNIVERSITY
ARNOLD
ARBORETUM
PRESENTED ~ BY ~ CHARLES ~ SPRAGUE ~ SARGENT
1892





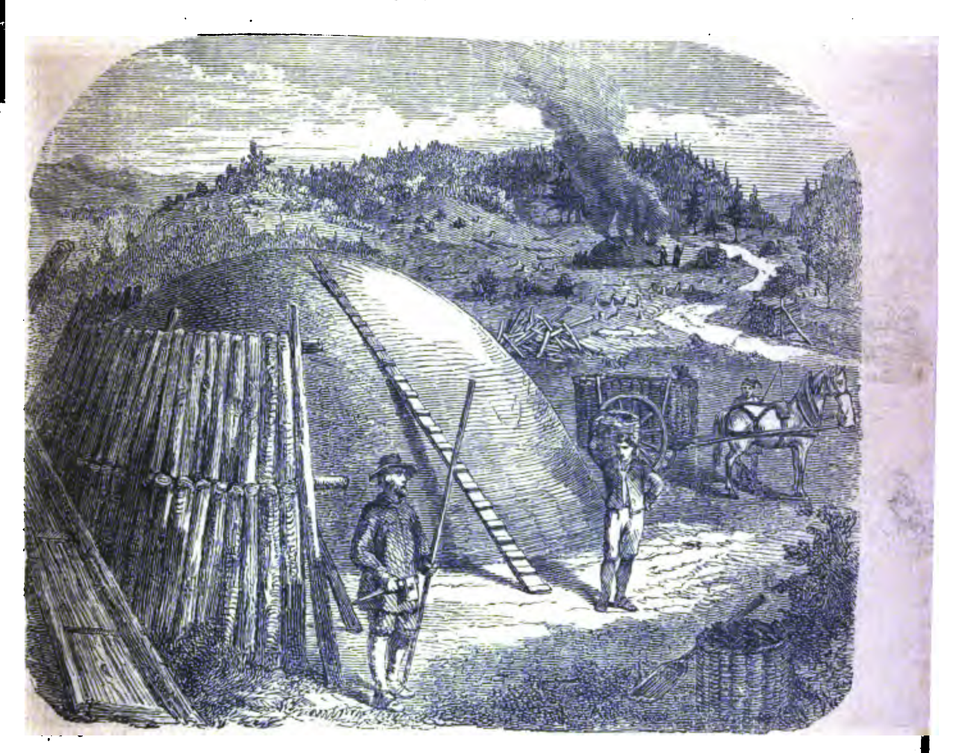
Die Brennmaterialien-Lehre.

Auf's Neue bearbeitet

von

Wilhelm Leo,

Bergmeister a. D. und ordentl. Mitgliede der Großherz. Sächs. Societät für Mineralogie und Geognosie zu Jena und anderer gelehrten Gesellschaft Mitgliede.

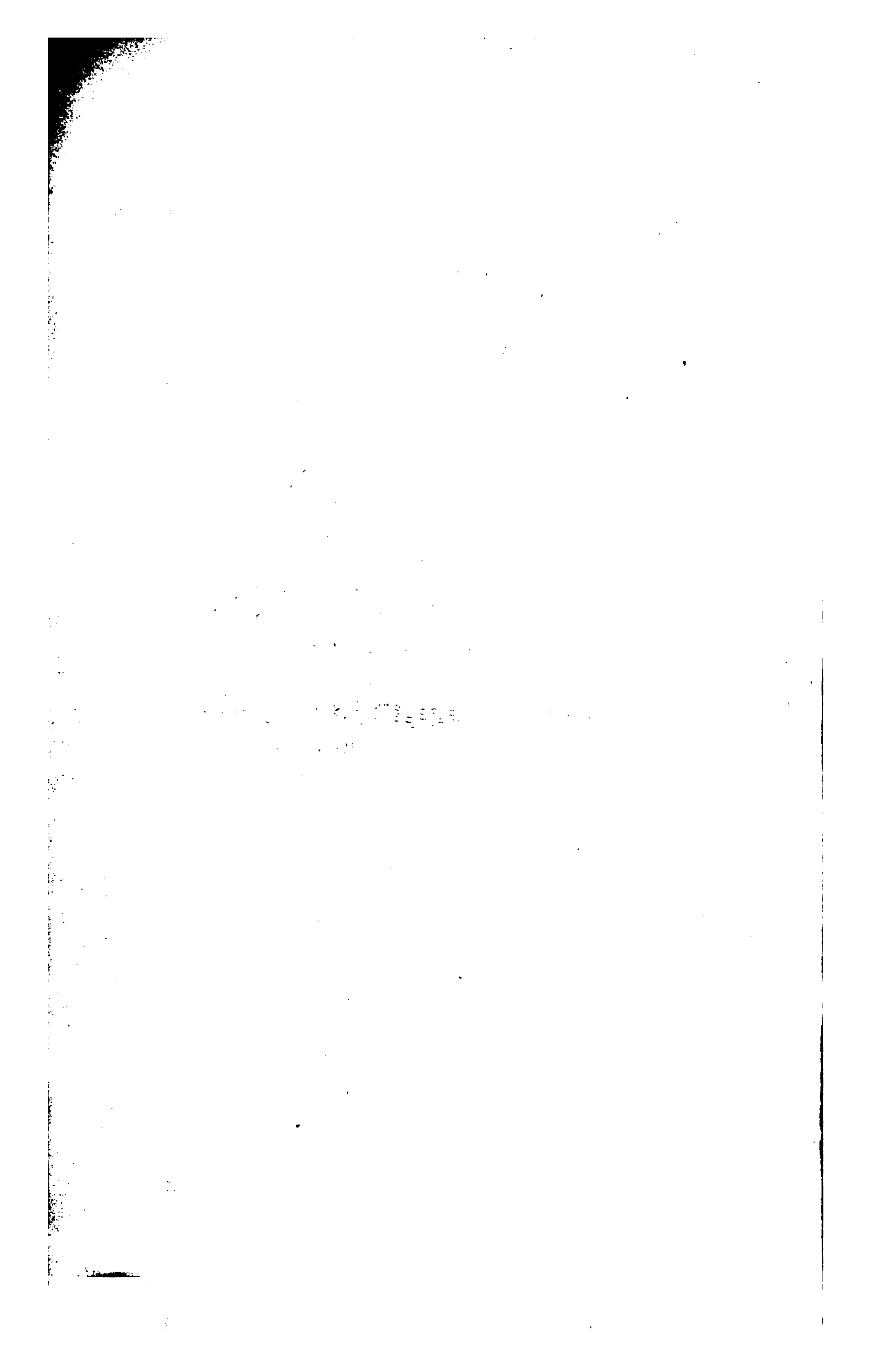


Mit 4 Tafeln Abbildungen.

Quedlinburg.

Druck und Verlag von G. Basse.

1860.



Neuer Schauplatz
der
Bergwerkskunde
mit Berücksichtigung
der neuesten Fortschritte und Entdeckungen.

Herausgegeben und in allgemein faßlicher Weise dargestellt
von
einer Gesellschaft praktischer Berg- und Hüttenleute.

Vierzehnter Theil.
Die Brennmaterialien-Lehre.

Mit 4 Tafeln Abbildungen.

Quedlinburg.
Druck und Verlag von G. Basse.
1860.

Die

Brennmaterialien-Lehre.

Auf's Neue bearbeitet

von

Wilhelm Leo,

Bergmeister a. D. und ordentl. Mitgliede der Großherz. Sächs. Societät für Mineralogie und Geognosie zu Jena und anderer gelehrten Gesellschaft Mitgliede.

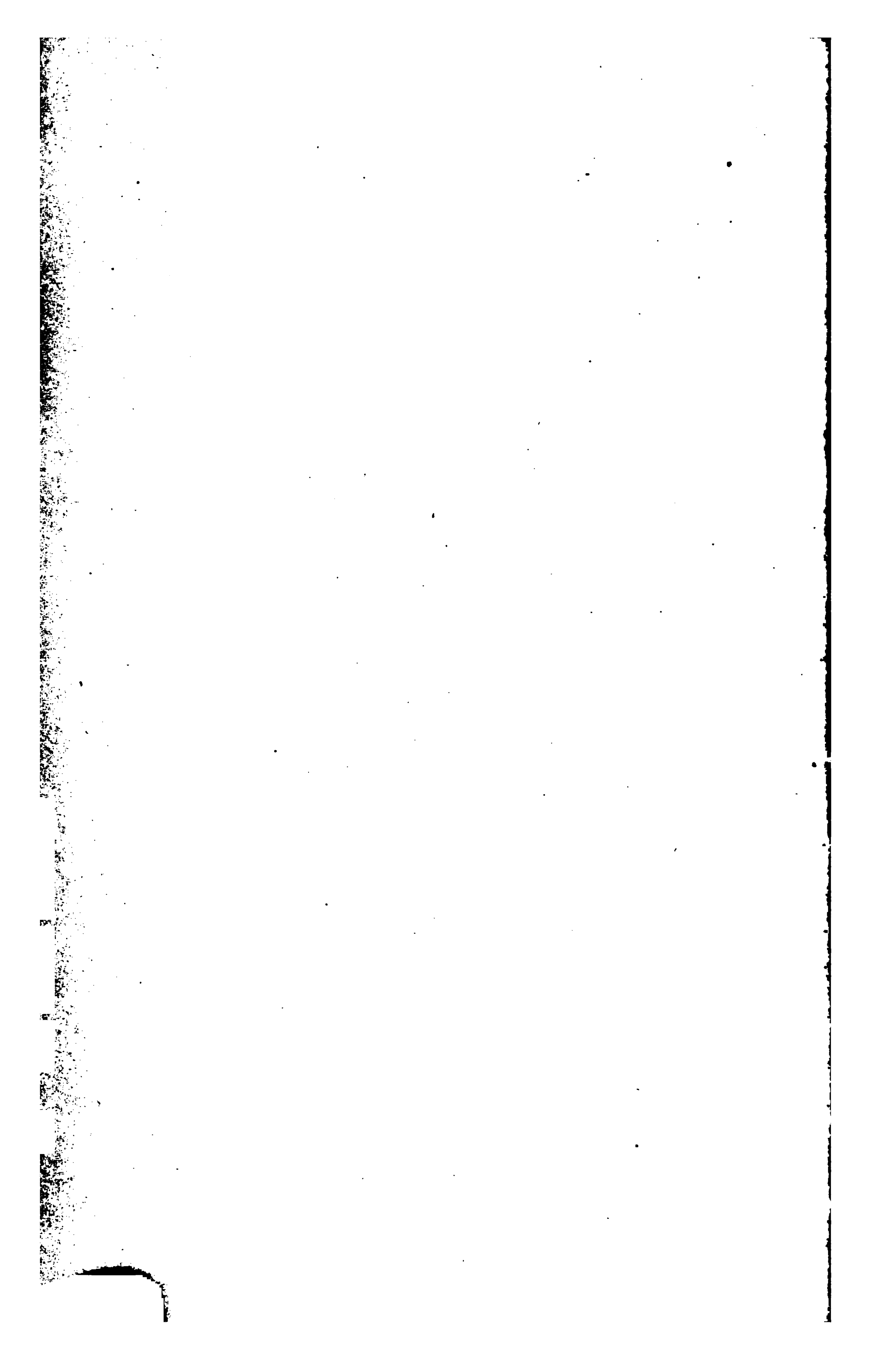
Mit 4 Tafeln Abbildungen.

Quedlinburg.

Druck und Verlag von G. Basse.

1860.

K



Inhalt.

Einleitung. Seite 1.
I. Abschnitt. Das Holz und dessen Zubereitung zum Feuer und Kohlenholz. 18.
1. Die physische Beschaffenheit des Holzes. 18.
2. Die chemischen Bestandtheile des Holzes. 26.
3. Die physischen Eigenschaften des Holzes. 28.
4. Vorbereitung des Holzes zur Anwendung als Brennmaterial. 41.
5. Die Heizkraft des Holzes bei metallurgischen Processen. 45.
II. Abschnitt. Der Torf. 51.
1. Physikalische Beschaffenheit des Torfes. 59.
2. Der Aschengehalt des Torfes. 63.
3. Der Wassergehalt des Torfes. 66.
4. Die Bestimmung des Kohlengehaltes des Torfes. 63.
5. Die Gewinnung des Torfes. 68.
6. Die Verdichtung des Torfes. 73.
7. Die Verwendung des Torfes in der Eisenhütten-Industrie. 93.
III. Abschnitt. Die Braunkohle. 97.
IV. " Die Steinkohle. 115.
V. " 1. Die Holzkohle. 144.
2. Die Holzverkohlung. 152.
Die Meilerverkohlung. 152.
1. Stehende Meiler. 152.
2. Liegende Meiler. 163.
3. Die Decke und die Rüstungen der Meiler. 165.
4. Das Kohlen. 168.
5. Das Kohlen in Gruben. 178.
6. Die Ofenverkohlung. 180.
7. Die Darstellung der braunen oder Rothkohle. 184.
8. Ueber die zweckmäßige Behandlung des Holzes als Brennmaterial durch das Trocknen und Dörren. 194.
9. Die Aufbewahrung der Kohlen. 205.
VI. Abschnitt. 1. Die Torfkohle. 209.
a. Verkohlung in Meilern. 209.
b. Verkohlung in Oefen. 216.
2. Das Darren des Torfes. 225.

VII. Abschnitt. Von der verkohlten Braunkohle. 231.
Verkoakung von Braunkohle in Retorten. 233.
Braunkohlenkoaks in Meilern. 234.
VIII. Abschnitt. Steinkohlenkoaks. 237.
IX. „ Die Gasfeuerung. 249.
X. „ Die Heizung und Feuerung. 265.
1. Von der geeignetsten Stelle, um in den Ofen die für das Gas nöthige Luft einzuführen. 273.
2. Verschiedene Ofeneinrichtungen und Bemerkungen über jede derselben. 279.
XI. Abschnitt. Die künstlichen Brennmaterialien. 291.

Einleitung.

Alle metallurgischen Processe werden mit wenig Ausnahmen durch Verwendung von Brennmaterialien vorgenommen, und durch diese Feuer erzeugt. Feuer ist also das Princip aller metallurgischen Gewerbe, und verdient um so größere Aufmerksamkeit, je mehr sich der Bedarf und in manchen Gegenden der Mangel an Brennmaterialien herausstellt. Ohne diesen Mangel würden wir nicht der Aufsuchung von mineralischen Kohlen so große Aufmerksamkeit schenken, ohne diesen immer fühlbarer werdenden Mangel der vegetabilischen Brennmaterialien, würden wir nicht zur Verwendung des bisher so verachteten Torfes geschritten sein.

Bei dem früheren Ueberflusse an vegetabilischen Brennmaterialien wurden Brennstoffe verzehrende Werke — wie Eisenhütten, Glashütten ꝛc — nur deßhalb in entfernten Waldgegenden angelegt und dieselben mit so günstigen Holz-Concessionen versehen, daß man daraus deutlich das Bestreben wahrnimmt, nur eine Holzconsumtion hervorzubringen. In neuerer Zeit haben die Staatsregierungen mit großen Kosten solche Holz-Concessionen zurückkaufen müssen, weil sie nicht mehr im Stande waren, diese Concessionen zu erfüllen, und wegen Mangel an Brennmaterialien war man überhaupt gezwungen, eine Menge metallurgischer Anlagen in den früher holzreichen Gegenden eingehen lassen zu müssen, wohingegen sich dies Gewerbe immer mehr und mehr in diejenigen Gegenden zieht, wo mineralische Brennstoffe in genügender Menge vorhanden sind. Der Bedarf an Eisen ist in Deutschland ein so gewaltig steigender geworden, daß noch immer derselbe durch die im Inlande bestehenden Hohöfen noch lange nicht gedeckt werden kann; das Vorhandensein der Erzniederlagen aber ist ein so großes, daß eine dreifache Anzahl der im Inlande jetzt bestehenden Hohöfen damit noch recht gut versorgt werden könnte, wenn nur das nöthige Brennmaterial zur Hand wäre. Deßhalb hat auch unter allen industriellen Unternehmungen der jüngsten Zeit der Steinkohlenbergbau durch den im großartigen Maßstabe wachsenden Verbrauch und den durch die Eisenbahnen erleichterten Betrieb seiner Produkte die hervor-

ragendste Stellung eingenommen. Die Steinkohle ist das Fundament aller Industrie geworden, übt aber auf keinen Zweig derselben mehr Einfluß aus, als auf die Eisenindustrie, welche selbst mit England in Concurrenz getreten ist und die erfreulichsten und großartigsten Erfolge erzielt hat. Die unendliche Wichtigkeit des Kohlenbergbaues für ganze Gegenden, ist überall anerkannt; jetzt, da der Holzmangel uns zwingt, immer mehr auf Ersparung des Holzes zu denken und im Schooße der Erde Schätze von Kohlen aufzusuchen, die sonst unbenutzt und unentdeckt geblieben wären; jetzt erregen diese unterirdischen Schätze immer mehr Aufmerksamkeit. Die Produktion eines edlen Metalles bleibt immer ein isolirt dastehender Werth, während ein blühender Steinkohlenbergbau in großen Kreisen um sich Alles belebt; er giebt Hunderten von mannichfaltigen Fabriken das Dasein, er belebt den Verkehr aller Art, indem er das unentbehrlichste Material für die Dampfschifffahrt und den Eisenbahnbetrieb liefert.

Dem Erforschungsgeiste ist es gelungen, aus allen Brennstoffen Beleuchtungsstoffe zu erzeugen, die als Mineralöl, Paraffin und Leuchtgas sowohl an Leuchtkraft, als an Billigkeit alle früher gewöhnlichen Leuchtstoffe übertreffen; ja die Benutzung der aus ihnen erzeugten Gase, als Brennmaterial, übertrifft an Reinheit und Heizeffekt alle anderen Brennmaterialien; man kann mit denselben eine Flamme darstellen, welche nach Belieben und Bedarf jeden Hitzgrad bis zur höchsten Schweißhitze des Eisens entwickeln, worin man versucht wird Platina zu schmelzen und welchem die feuerfestesten Thonmassen nur kurze Zeit widerstehen.

Aus allem Vorhergehenden ist aber auch leicht zu ersehen, daß jetzt die Lehre von den Brennmaterialien ein bei weitem umfangreicherer Gegenstand ist, als früher, wo man es nur mit vegetabilischem Brennmateriale und dessen Verkohlung zu thun hatte; die Lehre von den Brennmaterialien umfaßt gegenwärtig außer der Kenntniß vom Holze, dessen Trocknen, Dörren und Verkohlung, die vom Torfe und seiner Verkohlung, von der Braunkohle und deren Verkohlung, von der Steinkohle und deren Verkohlung, die Benutzung der Gichtgase, der Gase aus den Verkohlungs- und Puddelöfen zur Kesselfeuerung rc., so wie die Kenntniß von den in besonderen Oefen zur Feuerung erzeugten Gasen. Die Theorie des Verbrennens ist folgende:

Sämmtliche Brennmaterialien haben Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und zuweilen Stickstoff zu gemeinsamen Elementen, und sind um so leichter bemerkbar, je mehr sie Wasserstoff enthalten; der absolute Wärmeeffekt des Kohlen- und Wasserstoffes aber steht in einem geraden Verhältnisse zu den bei der Verbrennung desselben verbrauchten Sauerstoffmengen. Letzterer ist der Verbrenner der Körper, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff dagegen die brennbaren Körper. Da nun die organischen Körper neben Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff auch Sauerstoff enthalten, so ist leicht denkbar, daß innerhalb der Körper, selbst ohne Hinzutreten des Sauerstoffs der Luft,

eine Verbrennung stattfinden könne. Die Neigung zu diesem Verbrennungsprocesse wird durch die erhöhte Temperatur bezweckt. Wenn aber Kohlenstoff mit Sauerstoff verbrennt, so können verschiedene Stufen der Verbrennung stattfinden; es kann Kohlensäure oder Kohlenoxyd sich bilden. Wenn Wasserstoff und Sauerstoff sich verbinden, so wird Wasser entstehen. Die Veränderung durch die Hitze kann aber auch eine Verbindung des Kohlenstoffes mit dem Wasserstoffe zur Folge haben, es wird Kohlenwasserstoff sich bilden; bei vorhandenem Stickstoffe wird auch dieser seiner Neigung zum Wasserstoffe folgen, und es wird daraus Ammoniak hervorgehen.

Die Erfahrung zeigt nun, daß sich diese neuen Produkte unter dem Einflusse der Hitze wirklich bilden, aber dieselben treten nicht gleichzeitig auf. Ihr Erscheinen ist vielmehr abhängig von der Temperatur, der die organischen Körper ausgesetzt werden, und es lassen sich sogar nach der Verschiedenheit der Produkte bei allmählich gesteigerter Temperatur drei Perioden der trockenen Destillation (Verkohlung) unterscheiden:

1) Bei dem geringsten Hitzgrade, 110° C., erscheint fast nur Wasser, da beinahe alle Körper wasserhaltig sind; je langsamer die Temperatur steigt, desto mehr Sauerstoff verschwindet, mit dem Wasserstoffe Wasser bildend. Mit Kohle verbindet sich der Sauerstoff jetzt noch nicht; man wird also bei langsamer Erhitzung die größte Ausbeute an Kohle erhalten.

2) Je höher die Temperatur steigt, desto mehr tritt nun auch die Verwandtschaft des Sauerstoffes zum Kohlenstoffe hervor; letzterer beginnt sich zu oxydiren, es entsteht Kohlensäure; aber zugleich macht sich die Verwandtschaft des Wasserstoffes geltend, und es bildet sich, wenn auch nur wenig, Kohlenwasserstoff. Indem jedoch die Kohlensäure mit den rückständigen glühenden Kohlen und den heißen Gefäßwänden in Berührung kommt, wird sie wieder zerlegt und es bildet sich Kohlenoxydgas.

3) In lebhafter Rothgluth, und selbst bei einigen Körpern noch etwas unter derselben, entwickelt sich aus ihnen leichter Kohlenwasserstoff, und, indem endlich auch diese wieder zerlegt werden, tritt Wasserstoff (mit wenig Kohlenoxyd) auf, wobei der Rest des noch vorhandenen Sauerstoffes benutzt wird, vermischt mit leichtem Kohlenwasserstoff. — Das Auftreten des Wasserstoffes wird dadurch erklärt, daß theils der Kohlenwasserstoff, theils das noch im kühleren Inneren der erhitzten Körpermassen vorhandene Wasser in Berührung mit glühender Kohle zerlegt wird.

Hieraus folgt nun, daß, wenn man Kohle aus organischen Körpern erhalten will, die Erhitzung langsam, wenn Gas, dieselbe schnell gesteigert werden müsse. Die Destillation auf Gas arbeitet auf die theilweise Benutzung des Kohlenstoffes zu Kohlenwasserstoff.

Die eben angeführten Perioden lassen sich bei stickstofffreien Sub-

flanzen deutlich unterscheiden; bei der trockenen Destillation thierischer Körper, welche fast immer stickstoffhaltig sind, laufen sie dagegen unbemerkt und schnell in einander über, und bereits in der ersten Periode macht sich die Verwandtschaft des Stickstoffes zum Wasserstoffe durch Ammoniakbildung bemerklich; mit diesem verbindet sich wiederum die Kohlensäure. Enthalten die organischen Körper nebenbei noch Schwefel und Phosphor, so entstehen Schwefelwasserstoff, Schwefelkohlenstoff, Schwefelwasserstoff-Ammoniak und Phosphorwasserstoff.

Die Produkte der trockenen Destillation sind nach dem Angeführten fest, flüssig und luftförmig; in Beziehung auf deren ungefähre Gewichtsmengen können wir nicht unterlassen, sogleich einige unten herzusetzen, um damit einen Anhalt für diese Art der Experimente zu geben.

Von großer Bedeutung ist zunächst der Wassergehalt der Körper in ihrem natürlichen Zustande; das Wasser wird durch die trockene Destillation (Verkohlung) ausgetrieben. Da es für einen und denselben Körper in verschiedenen Mengen auftritt, so geben wir die Maxima und Minima der Wassermassen. Es schwankt nach den Beobachtungen von Brix der Wassergehalt von Holz zwischen 12 — 22 Procent bei lufttrocknem; bei frischem Holze, welches eben gefällt ist, zwischen 18,6 und 51,8 Proc.; es besteht demnach frisch gefälltes Holz zu $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{2}$ aus bloßem Wasser (Hartig). Torf hält zwischen 24 und 38 Proc.; Braunkohle 28 — 50 Proc.; Steinkohle 1 — 4,8 Proc., durchschnittlich 2 — 3 Proc. Dieses Wasser wird bei 110° C. im Anfange der trockenen Destillation ausgetrieben. Es ist nun aber bereits erwähnt, daß sich aus den Bestandtheilen der Körper im Sauerstoff und Wasserstoff noch weiterhin Wasser bilde; es muß ferner berücksichtigt werden, daß mehrere Gase, wie Essigsäure, Ammoniak und Schwefel-Ammonium auftreten, welche, indem sie durch das Wasser treten, von demselben absorbirt werden, und folglich das Gewicht der gesammten Flüssigkeit, welche nach Vollendung der trockenen Destillation erhalten wird, bedeutend vermehren muß; hiernach kann es nicht befremden, wenn bei der Destillation nachfolgender Körper von neutraler, saurer oder alkalischer Flüssigkeit: bei Holz 46 Proc., bei Torf 32 — 50 Proc., bei Braunkohlen 25 — 70 Proc., bei Steinkohlen 4 — 10 Proc. gefunden werden.

Rücksichtlich des Kohlenrückstandes führen wir an, daß Holz 16 bis 26 Proc., Torf 24 — 41 Proc., Braunkohle 20 — 68 Proc., Steinkohle 68 Proc. Kohle liefert, nach Abzug der Asche. Dem Volumen nach liefern gut backende Steinkohlen von 1 0 Vol. 116 Volumen Kohle; Holz, Torf und Braunkohle hingegen schwinden dem Volumen nach bedeutend. Die unverdichtbaren Gase betragen bei Holz 23 Proc. dem Gewichte nach, bei Torf 10 — 22 Proc., bei Braunkohlen 5 — 17 Proc., bei Steinkohle 12 — 17 Proc.

Der Chemiker kann die Verbindung zwischen den Bestandtheilen der Vegetabilien aufheben, und sie isoliren; er kann aber nicht eine

analoge Verbindung aus den Bestandtheilen hervorbringen, hierzu scheint die organische Kraft, welche der Mensch nicht hervorbringen kann, durchaus erforderlich zu sein; dasselbe finden wir bei den animalischen Substanzen. Ganz anders aber verhält es sich mit den mineralischen Substanzen, welche wir auch aus ihren Grundstoffen zusammensetzen können. Der Kohlenstoff läßt sich zwar mit dem Wasserstoffe verbinden; wenn man aber dieser Verbindung die erforderliche Menge Sauerstoff, um einen Pflanzenstoff zu bilden, hinzufügt, so verbinden sich der Kohlenstoff und der Wasserstoff einzeln mit dem Sauerstoffe, und es entsteht kein Pflanzenkörper. Es ist demnach der Kunst nur vergönnt, die Pflanzenkörper zu zerstören; der Natur allein ist es vorbehalten, sie hervorzubringen. Die Pflanzen saugen die zu ihrer chemischen Bildung erforderlichen Bestandtheile theils durch die Wurzeln, theils durch die über ihre Oberfläche vertheilten einsaugenden Gefäße aus der Luft und aus der Erde, und zwar im Wasser, Kohlenstoff, Sauerstoff und in der Kohlensäure ein, zersetzen durch ihre Gefäße die noch zusammengesetzten Bestandtheile, als Wasser und Kohlensäure, und verbinden sie aufs Neue in anderen Verhältnissen, wodurch die dreifachen Zusammensetzungen, aus welchen sie bestehen, gebildet werden. Eine merkwürdige Erscheinung, welche die meisten der verschiedenen Pflanzenstoffe darbieten, ist der Uebergang des einen in den anderen, so, daß es scheint, als wenn es nur einen einzigen Pflanzenstoff gäbe, und die übrigen Modificationen desselben wären, und daß erstere durch allmähliche Uebergänge aus der einfachsten Zusammensetzung bis zur völligen Zersetzung fortgehen könne. In den organischen Körpern ruhen gleichsam alle chemischen Verwandtschaften, und sind so lange unthätig, als die organischen Kräfte thätig sind. Sobald die chemischen Kräfte in einem organischen Wesen anfangen thätig zu werden, so deutet dies immer auf ein Nachlassen der organischen Kraft. Wenn die Vegetation der Pflanze aufhört, so treten die Bestandtheile derselben in andere Verhältnisse und auf andere Art verbunden, zusammen. Bei den Mineralkörpern ist die Zersetzung von einem Aufhören der Vegetation nicht abhängig, sondern vielmehr von zufälligen äußeren Ursachen. Die organischen Wesen tragen hingegen den Keim der Zerstörung in sich. Durch diese Zerstörung der Vegetabilien bekommt die Erde wieder den Nahrungsstoff für andere Pflanzen.

Der Verbrennungsprozeß und der Heizeffekt der Brennmaterialien gründen sich auf folgende Theorie nach Fischer. Die Holzfaser, die im Allgemeinen alle unsere Brennmaterialien ausmacht, besteht ihren chemischen Zusammensetzungen nach aus 52,65 Proc Kohlenstoff, 5,25 Proc. Wasserstoff und 42,10 Sauerstoff; diese in der Holzfaser auf eigenthümliche Weise gebundenen Elemente bilden vermöge der Verwandtschaft des Sauerstoffes zu Kohlenstoff und Wasserstoff, Kohlensäure und Wasser. Da sich bei der Bildung von Kohlensäure 1 Aequivalent oder 6 Gewichtstheile Kohlenstoff mit 2 Aequivalenten oder 16 Gewichtstheilen Sauerstoff verbinden und gasförmig

entweichen, so muß in der zurückbleibenden Masse eine verhältnißmäßige Anhäufung von Kohlenstoff stattfinden. Während die Holzfaser etwa 50 Proc. Kohlenstoff enthält, finden wir im Torfe etwa 60 Proc., bei der Braunkohle 70 Proc., bei der Steinkohle 80 bis 90 Proc., beim Anthracit sogar gegen 96 Proc. Kohlenstoff. Nach Abzug der Asche und des Wassergehaltes enthalten Weißbuchenholz 48,50 Kohlenstoff, 6,17 Wasserstoff, 45,33 Sauerstoff; Kiefernholz 50,19 Kohlenstoff, 6,13 Wasserstoff, 43,89 Sauerstoff; Neulanger Torf 57,18 Kohlenstoff, 5,20 Wasserstoff, 37,62 Sauerstoff; Oberschlesische Steinkohle 74,16 Kohlenstoff, 5,57 Wasserstoff, 20,27 Sauerstoff; Eschweiler Steinkohle 91,54 Kohlenstoff, 4,39 Wasserstoff, 4,07 Sauerstoff. Da bei der vollständigen Verbrennung der Kohlenstoff und Wasserstoff der Brennmaterialien mit Sauerstoff unter Wärmeentwickelung sich zu Kohlensäure und Wasser verbindet, und wir nach genauen Untersuchungen wissen, wie viel Wärme bei der Verbindung eines Gewichtstheiles Kohlenstoff mit Sauerstoff zu Kohlensäure und eines Gewichtstheiles Wasserstoff mit Sauerstoff zu Wasser entwickeln wird, so scheint damit Alles gegeben, um aus der Elementaranalyse, die angiebt, wie viel Gewichtstheile Kohlenstoff und Wasserstoff auf 100 Gewichtstheile Brennmaterial kommen, eine wirkliche Berechnung der Wärmemenge, welche 100 Gewichtstheile des Brennmaterials bei der Verbrennung liefern müssen, sofort zu machen. Dies wäre auch der Fall, wenn die Elemente im ungebundenen Zustande vorhanden wären. Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff sind aber in den Brennstoffen nicht im freien Zustande vorhanden, sondern in verschiedener Weise in Verbindung getreten und gebunden. Bevor die Verbrennung stattfinden kann, müssen diese Verbindungen erst gelös't werden. Der Verbrennung sehen wir daher den Prozeß der trockenen Destillation vorhergehen, d. h. unter dem Einflusse von Wärme, ein Zerfallen des Brennmaterials zu einfachen Verbindungen, die denn durch neue Zersetzung in die Elemente der Verbrennung zerfallen. Wie aber ein Eintritt einer chemischen Verbindung von Wärmeentwickelung begleitet ist, so wird umgekehrt bei der Zerlegung einer Verbindung Wärme gebunden. Zur Lösung der zur Verbrennung kommenden Elemente aus dem chemischen Verbande, den sie in den Brennmaterialien besitzen, wird ein gewisser Wärmeaufwand nöthig sein. Um die Menge der Wärme, welche zur Trennung der Elemente aus ihrer Verbindung zu liefern ist, wird also die Verbrennungswärme, welche sich aus den Elementen des Materials ergiebt, geringer ausfallen.

Da es aber der Wissenschaft noch nicht gelungen ist, nachzuweisen, in welcher Weise die Bestandtheile der Brennmaterialien mit einander verbunden sind, ist auch zunächst die Wärme nicht zu schätzen, welche bei der Trennung dieser Verbindungen absorbirt wird. Um dennoch zu der Berechnung der Heizkraft eines Brennstoffes aus der Elementaranalyse zu kommen, ist man übereingekommen, den im

Brennmateriale enthaltenen Sauerstoff als mit der entsprechenden Menge von Wasserstoff anzusehen, da diese Elemente ziemlich im Verhältnisse der Wasserbildung in den Brennmaterialien enthalten sind. Die so an den Sauerstoff der Verbindung schon gebundene Menge von Wasserstoff entwickelt bei der Verbrennung keine Wärme, da die zur Zerlegung nothwendige Wärme die bei der Verbrennung entstehende Wärmemenge compensirt. Den noch übrigen geringen Theil von Wasserstoff und den Kohlenstoff sieht man als im freien Zustande zur Verbrennung kommend an, und berechnet daraus die bei der Verbrennung des Materials zur Entwickelung kommende Wärme. Diese Annahme muß zunächst ganz willkürlich und auch ungenau erscheinen, da es durchaus unwahrscheinlich ist, daß der Sauerstoff an den Wasserstoff allein gebunden ist. Ist er aber theilweise an Kohlenstoff gebunden, so wird die Zerlegungswärme eine ganz andere sein, als für eine gleiche Menge Sauerstoff an Wasserstoff gebunden. Die zwischen dem übrigen Wasserstoff und Kohlenstoff bestehenden Verbindungen sind nicht bekannt und auf sie bei der Berechnung keine Rücksicht genommen.

Daß man nicht unmittelbar aus der Zusammensetzung der Körper ihre Wärmeeffekte vollständig richtig berechnen kann, geht daraus hervor, daß isomere Körper, welche eine absolut gleiche procentische Zusammensetzung haben, ungleiche Wärmemengen entwickeln können. Ein Beispiel dafür ist die Buttersäure ($C^8 H^8 O^4$) und der Essigäther ($C^4 H^4 O^3 + C^4 H^5 O$), welche nach angestellten Versuchen Wärmemengen in dem Verhältnisse von 5647 : 6292 entwickeln.

Daß die im Obigen angegebene Hypothese, worauf die Berechnung der Heizkraft der Brennmaterialien beruht, sich einigermaßen begründen läßt und annähernd zu richtigen Resultaten führen muß, ergiebt die Betrachtung der Vorgänge, unter denen die Verbrennung stattfindet. Jeder Verbrennung geht die trockene Destillation, d. h. ein Zerfallen der Brennmaterialien, voraus, indem die Elemente zu neuen Verbindungen einfacher Art (wie Theer, Wasser, Kohlensäure u. s. w.) zusammentreten. Das bei dieser Zersetzung des Brennmaterials stattfindende Zerfallen complicirter Verbindungen zu einfachen oder die Wiedervereinigung der Elemente zu neuen Verbindungen, z. B. die Vereinigung des Sauerstoffes mit dem Wasserstoffe zu Wasser und mit dem Kohlenstoffe zu Kohlensäure, ist von keiner Wärmeentwickelung begleitet; sie erfolgt ohne diese, wie bei einer Zersetzung in Folge gegenseitigen Austausches (der doppelten Wahlverwandtschaft). Wie bei der trockenen Destillation in Bezug auf die zur Entwickelung kommende Wärme; wenn ich mir z. B. allen Sauerstoff mit Wasserstoff in Verbindung tretend denke, der hervorgebrachte Effekt der sein wird, als käme Wasserstoff und Sauerstoff schon zu Wasser verbunden vor, indem bei einem wirklichen Zusammentritte der Elemente zu dieser neuen Verbindung die zur Zerlegung verwandte Wärme der beim Eintritte der Verbindung entstehenden die Waage hält, so wird bei der Verbrennung der Heizmaterialien natürlich der Sauerstoff, welchen die-

selben enthalten, in Verbindung mit Kohlenstoff und Wasserstoff auch ohne Wärmeentwickelung ausgeschieden. Die Heizkraft eines Materials wird demnach um so geringer sein, je reicher es an Sauerstoff ist, weil in diesem Falle die Mengen des Kohlenstoffes oder Wasserstoffes, die gleichsam schon als an den Sauerstoff gebunden erscheinen, also ohne Wärmeeffekt sind, um so größer werden. Die nutzbare Menge der brennbaren Elemente besteht daher in dem Reste, welcher bleibt, wenn man für den vorhandenen Sauerstoff so viel Wasserstoff abzieht, als erforderlich ist, um damit Wasser zu bilden, also für 8 Theile Sauerstoff einen Theil Wasserstoff, oder so viel Kohlenstoff als nöthig ist, um Kohlensäure zu geben, also auf 16 Theile Sauerstoff 6 Theile Kohlenstoff oder auf 8 Theile Sauerstoff 3 Theile Kohlenstoff (Otto).

Durch die eine und auch durch die andere Annahme wird ein großer Theil der Zerlegungswärme bestimmt; um ein ganz vollständiges Resultat zu erhalten, wäre nur noch die Zerlegungswärme für die zur Berechnung kommende Menge von Kohlenstoff und Wasserstoff in Abzug zu bringen; da aber nichts über die Verbindung, in der sie vorkommen, und über die zu ihrer Zerlegung nöthige Wärme gewiß ist, so muß durch Vernachlässigung dieser in Abzug zu bringenden Wärmemenge ein Fehler entstehen. Das Resultat muß zu hoch ausfallen. Ja, für den Fall, daß man sich den Sauerstoff des Brennmaterials als an den entsprechenden Theil Wasserstoff schon gebunden vorstellt, wie die Analysen ergeben, und ein meist unbedeutender Rest von Wasserstoff verbleibt, der also, um bei der Verbrennung mit dem vorhandenen Kohlenstoffe außer Verbindung zu treten, auch nur eine unbedeutende Zerlegungswärme erfordert, so wird diese Anschauung in ihrer Anwendung bei der Berechnung zu der geringsten Ungenauigkeit führen. Nur ein geringer Theil der Zerlegungswärme wird vernachlässigt, wodurch die Resultate stets zu hoch werden, dennoch aber genau genug sind, um den gesammten Heizwerth annähernd kennen zu lernen und einen ungefähren Begriff von der Größe der Verluste zu erhalten, die man bei der üblichen Verwendungsweise der Brennstoffe auch bei ganz günstigem Verlaufe des Verbrennungsprozesses erleidet.

Für die Richtigkeit der der Berechnung zum Grunde gelegten Annahme und für ihre besondere Anwendbarkeit auf Holz und Torf scheinen die von Brix angestellten Versuche zu sprechen, wonach das Verhältniß des wirklichen, durch sorgfältige Feuerung erreichten Wärmeeffekts zu der theoretischen Gesammtwärme bei Holz und Torf näher liegt, als bei Braunkohle und Steinkohle, die nach der Elementaranalyse eine größere Menge von fehlerhafter Weise bei unserer Berechnung als frei angenommenen Wasserstoff enthalten.

Nach den neuesten Untersuchungen weiß man, daß 1 Gewichtstheil Kohlenstoff bei seiner Verbindung mit Sauerstoff zu Kohlensäure 8080 Calorien oder Wärmeeinheiten liefert, indem man als Wärmeeinheit die Wärmemenge ansieht, welche ein Gewichtstheil Wasser bedarf, um dadurch um einen Grad nach der Thermometerscala von

Celsius erhöht zu werden. Die Verbindungswärme des Wasserstoffes mit Sauerstoff zu Wasser beträgt 34,460 Calorien, d. h. wenn 1 Pfund Wasserstoff zu Wasser verbrennt, ist die dadurch entwickelte Wärmemenge so groß, daß 34,460 Pfund Wasser dadurch um 1 Grad Celsius in ihrer Temperatur erhöht werden.

Da in der Praxis häufiger der Fall vorkommen wird, daß man Wasser nicht um 1 Grad zu erhitzen, sondern zur Verdampfung zu bringen hat, so kann man praktischer den Heizeffekt der verschiedenen Brennmaterialien in der Weise angeben, daß man als Wärmeeinheit diejenige Wärmemenge annimmt, welche nöthig ist, um 1 Gewichtstheil Wasser von 0 Grad in Dampf von 110 — 115° C. zu verwandeln. Da Dampf von dieser Temperatur eine Gesammtwärme von 640° C. hat, so wird obige Wärmeeinheit auf diese zurückgeführt, daß man ihre Zahl durch 640 dividirt. Bei der Verbrennung eines Gewichtstheiles Kohlenstoff zu Kohlensäure werden also $\frac{8080}{640}$, also 12,6 Wärmeeinheiten, und bei der Verbrennung eines Gewichtstheiles Wasserstoff zu Wasser $\frac{84,460}{640}$, also 53,8 Wärmeeinheiten entbunden, d. h. so viel Wärme entwickelt, als 12,6 resp. 53,8 Gewichtstheile Wasser von 0° in Wasserdampf von 112 — 115° C. zu verwandeln vermag.

Wenn nun ein Brennstoff im vollkommen trockenen und reinen Zustande nach der Elementaranalyse in 100 Gewichtstheilen

k Gewichtstheile Kohlenstoff,
w Gewichtstheile Wasserstoff,
s Gewichtstheile Sauerstoff,

enthält, so kann man nach dem Vorausgeschickten den Heizeffekt in der Weise berechnen, daß man zuerst die Menge des Wasserstoffes von der Rechnung ausschließt, welche als an Sauerstoff schon innerhalb des Brennmaterials gebunden anzusehen ist. Da 8 Gewichtstheile Sauerstoff 1 Gewichtstheil Wasserstoff binden, so ist die Menge des Wasserstoffes, welche für die Verbrennung wirksam bleibt $= (w - \frac{1}{8} s)$ und im obigen Sinne als freier Wasserstoff zu betrachten. Der Kohlenstoff kommt seinem ganzen Gewichte nach als freier Kohlenstoff zur Verbrennung.

Demnach ergiebt sich als Heizkraft für 100 Theile Brennmaterial

$$h = 12,6\,k + 53,8\,(w - \tfrac{1}{8}\,s).$$

Für 100 Gewichtseinheiten von der oben angeführten Zusammensetzung ergiebt sich die Menge an Gewichtseinheiten Wasser, die von 0 Grad zur Verdampfung gebracht werden könnten:

Weißbuchenholz	638
Kiefernholz	654
Torf	747
Oberschlesische Steinkohle .	1202

Eschweiler Steinkohle . . . 1361

Diese Bestimmung der Heizkraft kann natürlich nur den Werth einer Vergleichung unter einander haben.

Daß der berechnete Effekt bei der gewöhnlichen Verbrennung nie erreicht werden kann, geht schon daraus hervor, daß die Materialien nie in ihrer Reinheit vorhanden sind, und daß ferner, um ihn zu erreichen, die Verbrennungsprodukte ihre Wärme bis zu dem Grade nutzbar abgeben müssen, daß sie mit der Temperatur entweichen, welche Brennstoff und Luft vor der Verbrennung besaßen, und daß namentlich das gebildete Wasser nicht in Dampfform verbleibe, sondern condensirt werde, welche Bedingung in der Wirklichkeit nie erfüllt werden kann. Bei der Verbrennung unter Kesselfeuerungen, die nur eine geringe Höhe der Temperatur erfordern, muß der Theil der theoretischen Wärme geopfert werden, der nöthig ist, um den zur Verbrennung nöthigen Zug der Luft zu bewirken. Die Dämpfe und Gase entweichen dabei mit einer Temperatur von mindestens 150 Grad. Bei Schmiedefeuern, in denen Eisen weißglühend gemacht werden soll, steigen sie mit einer Temperatur von vielleicht 1000 Grad auf. Es wird daher von der gleichen Menge von Wärme durch die Gase und Dämpfe, welche den Feuerraum verlassen, im letzteren Falle sieben Mal so viel entführt, als im anderen Falle. Die Wärme der entweichenden Gase könnte zwar zu anderweitigen Zwecken nutzbar gemacht werden, immer aber ist ein Verlust damit verbunden. Bleiben wir aber bei den Kesselfeuerungen stehen, für welche auch die Angabe unserer Wärmeeinheiten berechnet ist, so geht bei diesen Feuerungsanlagen immer mehr Luft durch den Ofen, als zur Verbrennung nöthig ist, die aber mit erwärmt werden muß; außerdem findet bei der sorgfältigsten Verbrennung ein Entweichen von unverbrannten Gasen, also Verlust durch nicht zur Entwickelung gekommene Wärme statt; dazu kommt noch Verlust durch Absorbirung von Wärme durch Mauerwerk und Kessel, Quellen genug für Verlust von dem theoretisch zu erzielenden Wärmeeffekte. Da diese Verluste bei Untersuchungen auf den nutzbaren Heizeffekt unter denselben Verhältnissen für die verschiedenen Brennmaterialien stattfinden, also eine einigermaßen gleichmäßige Abweichung von dem theoretischen Heizvermögen zeigen, so wird der nutzbare Werth der Brennmaterialien dadurch im richtigen Verhältnisse angegeben werden und sich in derselben Weise wie nach dem theoretischen Ergebniß ordnen.

Die sorgfältigen und im größten Maßstabe von Brix ausgeführten Untersuchungen ergeben an nutzbarer Wärmemenge bei Kesselfeuerungen für die obigen zur Vergleichung ausgewählten Materialien folgende Werthe, ausgedrückt in der Anzahl Gewichtseinheiten Wasser, die von 0° verdampft werden, durch 100 Gewichtseinheiten Brennmaterial:

Weißbuchenholz 455
Kiefernholz 514

Torf	580
Oberschlesische Steinkohle . .	710
Eschweiler Steinkohle . . .	928

Die Heizkraft des Torfmaterials ist natürlich gewissen Schwankungen unterworfen, die dadurch entstehen müssen, daß die Zersetzung der ursprünglichen Pflanzenfaser bei den verschiedenen Torfsorten nach Alter und Lagerstätte mehr oder weniger vorgeschritten ist. Bei weiter vorgerücktem Zersetzungsprozesse findet eine relative Anhäufung von Kohlenstoff statt. Je größer diese ist, um so bedeutender ist der Wärmeeffekt, den ein solcher Torf zu leisten vermag.

Nebenbei ist auch das Verhältniß von Wasserstoff zu berücksichtigen, der, wie beim Holze, nicht gerade in dem Verhältnisse zum Sauerstoffe in der Verbindung sich befindet, daß er vollständig schon gleichsam als zu Wasser mit demselben verbunden angesehen werden konnte, sondern in einem Ueberschusse sich erweist; dieser als frei anzusehende Wasserstoff entwickelt bei der Verbrennung 4½ Mal so viel Wärme, als ein gleicher Gewichtstheil Kohlenstoff. Seine Menge ist aber nur klein, so daß bedeutende Schwankungen in dem Heizeffekte durch seinen Einfluß nicht bewirkt werden. Eine größere Anhäufung von als frei anzusehendem Wasserstoff, die dadurch hervorgerufen wurde, daß der mit ihm ziemlich im Verhältniß der Wasserbildung stehende Sauerstoff sich mit Kohle als Kohlensäure der Verbindung entzieht, wie dies in der That bei Braunkohle und Steinkohle der Fall ist, findet beim Torfe aus dem Grunde nicht statt, weil seine Bildung nicht allein durch einen Selbstentmischungsprozeß hervorgerufen wird, sondern bei dem nicht ganz abgehaltenen Zutritte des Sauerstoffes in der atmosphärischen Luft durch einen Verwesungsprozeß beschleunigt wird, der den Wasserstoff unter Wasserbildung wesentlich in Anspruch nimmt.

Die Verschiedenheiten in der Zusammensetzung der Torfsubstanz sind nicht so bedeutend als bei Braun- und Steinkohle. Die im gewöhnlichen Gebrauche sich zeigenden großen Differenzen dürften vielmehr in anderen Umständen, wie erdige Beimischungen, Wassergehalt, größere oder geringere Dichtigkeit, als in der chemischen Zusammensetzung der reinen Substanz, ihren Grund haben.

Die von Brix in den Kreis seiner Untersuchung gezogenen Torfsorten zeigen, auf die reine Masse bezogen, bei der angegebenen Zusammensetzung folgende nutzbare Heizeffekte:

I. Torf von Linum-Flatow 1ste Sorte:

56,69 Kohlenst. 4,73 Wasserst. 38,58 Sauerst. 580 nutzbare Wärme für 100 Pfd.

II. Desgl. 2te Sorte:

59,48 Kohlenst. 5,35 Wasserst. 35,16 Sauerst. 577 nutzbare Wärme für 100 Pfd.

III. Desgl. 3te Sorte:

60,40 Kohlenst. 5,08 Wasserst. 34,52 Sauerst. 552 nutzbare Wärme für 100 Pfd.

IV. Torf von Buchfeld-Neulangen 1ste Sorte.

57,18 Kohlenst. 5,20 Wasserst. 37,62 Sauerst. 580 nutzbare Wärme für 100 Pfd.

V. Desgl. 2te Sorte.

55,25 Kohlenst. 5,91 Wasserst. 38,84 Sauerst. 536 nutzbare Wärme für 100 Pfd.

Da nach den theoretischen und praktischen Untersuchungen die bei der Verbrennung überhaupt entwickelte Wärmemenge (d. h. der absolute Heizwerth) der reinen Torfmasse größer ist als die der Hölzer und geringer als die der Steinkohle, so wird damit derselben auch der Werth in der Mitte zwischen beiden angewiesen, wenn es sich darum handelt, eine entwickelte Wärmemenge ohne Erreichung eines hohen Hitzgrades vollständig auszunützen, wie das besonders bei Kesselfeuern der Fall ist, wo eine entwickelte Wärmemenge fast vollständig zur Dampfbildung verbraucht wird, nur ein geringer Theil der Wärme durch die bei einer Temperatur von etwa 150° entweichenden Gase verloren geht.

Die Schwierigkeit calorimetrischer Versuche, oder genauer Elementaranalysen, muß natürlich den Wunsch rege machen, eine leichtere und einfachere Bestimmung des Heizeffektes behufs Vergleichung des Brennwerthes der verschiedenen Brennmaterialien mit einander zu haben. Die von Berthier eingeschlagene Methode, obgleich sie den wissenschaftlichen Ansprüchen der Neuzeit nicht mehr genügt, ist für praktische Zwecke immer noch von genügendem Werthe. Wir haben diese Methode unter Nr. 1 des ersten Abschnittes von dem Holze, resp. die Heizkraft des Holzes bei metallurgischen Zwecken des weiteren beschrieben; sie verdankt ihre Entstehung dem aus früheren ungenaueren Wärmemessungen entnommenen Gesetze, daß diejenigen Quantitäten brennbarer Körper, welche gleiche Mengen Sauerstoff zur Verbrennung bedürfen, auch gleiche Wärmemengen entbinden. Das auf diesen Satz begründete Verfahren, in einem einzigen, leicht auszuführenden Versuche den zur Verbrennung nöthigen Sauerstoff und damit die Menge der zu erzeugenden Wärme zu bestimmen, besteht darin, daß man eine gewogene Menge von Brennstoff mit einem großen Ueberschusse reiner Bleiglätte in einem Tiegel glüht. Der Sauerstoff der Bleiglätte verbannt den Wärme liefernden Kohlenstoff und Wasserstoff, d. h. den Antheil dieser Elemente, der nicht schon vom Sauerstoffe des Brennstoffes selbst mit Beschlag belegt ist, gerade so, wie dies sonst durch den Sauerstoff der Luft geschieht. Da sich durch neuere Versuche erwiesen hat, daß bei dem Verbrauche gleicher Sauerstoffmengen verschiedene Wärmemengen entwickelt werden, so ist das Verfahren von Berthier, das als eine unvollkommene Elementaranalyse angesehen werden kann, für wasserstoffreiche Brennmaterialien nicht ohne bedeutende Fehler anwendbar, da sie zwingt, den verbrauchten Sauerstoff entweder nur für Kohlenstoff, oder nur für Wasserstoff zu berechnen; für Heizmaterialien, welche keine oder doch nur eine nicht beachtenswerthe Menge Wärme erzeugenden Wasserstoff enthalten, ist die Abweichung nicht bedeutend, im Allgemeinen differirt sie um $\frac{1}{5}$.

Der Werth der Brennmaterialien kann nicht allein durch Beantwortung der Frage: Wie viel Wärme vermögen gleiche Gewichtstheile derselben überhaupt zu entwickeln? beantwortet werden; eine weiter zu beantwortende Frage ist die: wie sich der Werth des Brennstoffes

herausstellt, wenn nur ein kleinster Theil der entwickelten Wärme für den zunächst vorliegenden Zweck verbraucht wird, wie dies bei metallurgischen Oefen oder bei Porzellanöfen der Fall ist, wodurch in die zu erhitzenden Gegenstände vielleicht nicht ein Mal ein Procent der entwickelten Wärme aufgenommen wird, der Zweck der Feuerung vielmehr dahin geht, einen nur möglichst hohen Temperaturgrad für die zu erhitzenden Gegenstände zu bewirken.

Hierbei kommt nicht nur die Wärmemenge in Betracht, die die Brennmaterialien entwickeln, sondern mehr noch die Menge und Eigenschaften der im Verbrennungsraume entstehenden Produkte, die alle bei der Verbrennung entwickelte Wärme in sich aufnehmen, gleichsam die Träger der durch den Verbrennungsprozeß entwickelten Wärme sind, um sie dem zu erhitzenden Gegenstande zuzuführen, der aber natürlich nicht auf eine höhere Temperatur zu bringen ist, als die ist, welche die Verbrennungsprodukte durch Aufnahme sämmtlicher entwickelter Wärme zu erreichen fähig sind.

Die im Verbrennungsraume befindlichen Träger der durch die vollständige Verbrennung erzeugten Wärme sind nothwendiger Weise die unter Wärmeerzeugung aus dem als frei anzusehenden Kohlenstoffe und Wasserstoffe sich bildende Kohlensäure und das Wasser. Dazu kommt in vielen Fällen die ohne Wärmeentwickelung sich bildende Menge von Wasser, welche gleichsam schon als in dem Brennmateriale vorgebildet anzusehen ist, deren größere oder geringere Menge von wesentlichem Einflusse auf die zu erzeugende Temperatur sein muß. Ein weiterer Bestandtheil der in dem Feuerungsraume sich befindenden Gase, der zur Wärmeentwickelung nichts beiträgt, wohl aber einen bedeutenden Theil der Wärme für sich in Anspruch nimmt, ist der bei der Verbrennung in der atmosphärischen Luft mitgeführte Antheil der Luft an Stickstoff, dessen Gewicht gleich dem 3,33fachen des verbrauchten Sauerstoffes ist. Da die Menge des Stickstoffes in einem constanten Verhältnisse zu dem verbrauchten Sauerstoffe und damit im Großen und Ganzen auch zu der Menge der entwickelten Wärme steht, so ist sein Einfluß ziemlich gleichbleibender Natur für die verschiedenen Brennmaterialien.

Je reicher ein Brennstoff an Sauerstoff ist, um so größer ist die Menge des Wassers, welche, ohne Wärme entwickelt zu haben, unter den Verbrennungsprodukten sich befindet. Dieses Wasser nimmt ein Mal bis zu seiner Verdampfung für jeden Gewichtstheil so viel Wärme in Anspruch, als hinreichend gewesen wäre, um 640 Gewichtstheile Wasser nur einen Grad C. zu erwärmen, oder erfordert 640 Calorien, die den unter Wärmebildung entstandenen Verbrennungsprodukten entzogen werden; für jeden weiteren Grad der Erhitzung erfordert der Wasserdampf so viel Wärmeeinheiten, als nöthig sind, um 0,847 gleiche Gewichtstheile Wasser, um eine gleiche Anzahl Grade in der Temperatur zu erhöhen, d. h. die specifische Wärme des Wasserdampfes ist $= 0{,}847$.

Da die specifische Wärme der anderen Gase im Verbrennungsraume, der Kohlensäure und des Stickstoffes, geringer, nämlich 0,221 und 0,2754 ist, also mit derselben Wärmemenge 4 Mal so viel Kohlensäure und etwa drei Mal so viel Stickstoff als Wasserdampf (dem Gewichte nach) um dieselbe Temperatur zu erhöhen ist, so ist die Wärme des ohne Wärmeentwickelung mit dem Wasserstoffe des Brennstoffes zu Wasser zusammengetretenen Sauerstoffes von dem wesentlichsten Nachtheile für die Erzeugung hoher Temperaturen. Je reicher ein Brennstoff sich an Sauerstoff erweis't, je mehr dieser nach der Elementaranalyse im Verhältniß zu dem Kohlenstoffe und dem als frei anzusehenden, also Wärme erzeugenden Antheil von Wasserstoff wächst, um so geringer muß auch die durch das Brennmaterial zu erzeugende höchste Temperatur ausfallen. Ein Blick auf die Elementaranalyse der Körper zeigt zugleich, daß sich in dieser Hinsicht im aufsteigenden Werthe Holz, Torf, Steinkohle folgen, wenn, wie wir in der Folge erörtern werden, die Erzeugung der höchsten Temperaturen durch Verbrennung des Kohlenstoffes zu Kohlensäure und des Wasserstoffes zu Wasser, d. h. der pyrometrische Wärmeeffekt des Kohlenstoffes und des Wasserstoffes bei der Verbrennung an der atmosphärischen Luft so unwesentlich von einander differiren, daß durch die relative Anhäufung von Kohlenstoff der Wasserstoff in dem Brennmateriale eine Veränderung in Bezug auf Erzielung hoher Temperaturen kaum eintreten dürfte.

Um zu einer Bestimmung des pyrometrischen Wärmeeffekts, welcher bei der Verbrennung des Kohlenstoffes und Wasserstoffes durch die Heizmaterialien erreicht werden kann, zu gelangen, denken wir uns zunächst z. B. den Kohlenstoff im reinen Sauerstoff zu Kohlensäure verbrennend. Wenn alle Wärmeableitung vermieden ist, muß sich alle Wärme auf die entwickelte Kohlensäure übertragen. Ein Gewichtstheil Kohlenstoff bedarf zu seiner Verbrennung 2,66 Gewichtstheile Sauerstoff und liefert, indem 3,66 Gewichtstheile Kohlensäure entstehen, so viel Wärme, daß 8080 Gewichtstheile Wasser dadurch um einen Grad C. erhöht werden können. Bedürfte nun die Kohlensäure eben so viel Wärme, wie das Wasser, damit ein Gewichtstheil desselben um einen Grad erhöht würde, d. h. besäße sie dieselbe specifische Wärme, so würden sich die entstandenen Wärmeeinheiten auf 3,66 Gewichtstheile Kohlensäure vertheilen, und die entstandene Kohlensäure also auf $\frac{8080}{3,66}$° Celsius = 2208° C. erwärmen. Da die specifische Wärme der Kohlensäure aber geringer ist, als die des Wassers, nämlich 0,221 (das Wasser gleich 1 gesetzt), so bedarf sie nur $\frac{221}{1000}$ oder ungefähr ein Fünftheil der Wärme, wie das Wasser, um eben so hoch erwärmt zu werden. Durch die ganze Wärme wird sie also $\frac{1000}{221}$ Mal so hoch oder auf 9995° C. erhöhet.

Bei der Verbrennung in unseren Feuerungsanlagen werden aber die Brennmaterialien nicht in Sauerstoff, sondern in der atmosphärischen Luft verbrannt. Ihr pyrometrischer Effekt muß geringer ausfallen, weil der Stickstoffgehalt der Menge Luft, deren Sauerstoffgehalt zur Verbrennung nothwendig ist, sich den Verbrennungsprodukten beimischt und von der entwickelten Wärme seinen Antheil in Anspruch nimmt. Die atmosphärische Luft besteht aus 23,1 Proc. Sauerstoff und 76,9 Proc. Stickstoff; es kommen also auf ein Gewichtstheil Sauerstoff 3,33 Gewichtstheile Stickstoff, und da ein Gewichtstheil Kohlenstoff die Verbindung mit 2,66 Gewichtstheilen Sauerstoff eingeht, so mischen sich mit den entstandenen 3,66 Theilen Kohlensäure noch 8,88 Gewichtstheile Stickstoff. Die durch die Verbrennung entstandene Wärme überträgt sich also nicht nur auf die Kohlensäure, sondern auch auf die 8,88 Gewichtstheile Stickstoff.

Um den pyrometrischen Effekt des Kohlenstoffes bei seiner Verbrennung in der atmosphärischen Luft zu erfahren, muß man daher den absoluten Wärmeeffekt des Kohlenstoffes (8080) dividiren durch die Summe der Produkte des Kohlensäuregases mit der specifischen Wärme dieses Gases und des Stickstoffgases mit der specifischen Wärme dieses Gases.

Der pyrometrische Wärmeeffekt des Kohlenstoffes beim Verbrennen an der Luft ist demnach

$$\frac{8080}{(3{,}66 \,.\, 0{,}221) + (8{,}88 \,.\, 0{,}2754)} = 2494^0 \text{ Celsius.}$$

Aehnlich ist die Bestimmung für den Wasserstoff. Ein Gewichtstheil Wasserstoff verbrennt mit 8 Gewichtstheilen Sauerstoff zu 9 Gewichtstheilen Wasserdampf, auf welche sich die dadurch erzeugten 34460 Wärmeeinheiten vertheilen; da der Wasserdampf nicht die specifische Wärme des Wassers hat, sondern nur 0,870 Mal so viel Wärme braucht, um auf eine bestimmte Temperaturerhöhung gebracht zu werden, so wird die Temperatur des erzeugten Wasserdampfes, welcher alle entwickelte Wärme in sich aufgenommen hat, $\frac{34460}{9 \,.\, 0{,}847}$ $= 4522^0$ Cels. sein; aber nur für den Fall, daß die Verbrennung mit reinem Sauerstoff stattfindet; erfolgt sie aber an der atmosphärischen Luft, so wird eine Menge von Stickstoff aus der Luft sich dem Verbrennungsprodukte beimengen, die drei Mal so groß sein wird, als bei der Verbrennung eines gleichen Gewichtstheiles Kohlenstoff, da ein Gewichtstheil Wasserstoff zu seiner Verbrennung drei Mal so viel Sauerstoff gebraucht, als ein Gewichtstheil Kohlenstoff.

Der pyrometrische Wärmeeffekt des Wasserstoffes bei seiner Verbrennung an der Luft berechnet sich also zu:

$$\frac{33460}{(9 \,.\, 0847) + (26 \,.\, 64 \,.\, 0{,}2754)} = 2318^0 \text{ Cels.}$$

Da bei der Verbrennung der Brennmaterialien der Kohlenstoff

und Wasserstoff zu gleicher Zeit verbrennen, so muß sich die Summe der erzeugten Wärmeeinheiten auf alle Verbrennungsprodukte gleichmäßig nach dem Verhältnisse ihrer specifischen Wärme vertheilen. Da die Differenz der durch Verbrennung von Wasserstoff und Kohlenstoff erzeugten höchsten Temperatur nicht sehr bedeutend ist, so wird auch das relative Verhältniß vom freien Wasserstoffe und Kohlenstoffe innerhalb des Brennmateriales von weit geringerem Einflusse sein, als die Menge des nach der chemischen Zusammensetzung schon vorgebildeten Wassers und die meist dazu kommenden Mengen von mechanisch gebundenem Wasser.

Der pyrometrische Wärmeeffekt des gedörrten Holzes kann gleich 1700° C. gesetzt werden. Bester gedarrter Torf ohne hygroskopisches Wasser vermag 2000° C. zu erzeugen. Eine mittlere Steinkohle liefert bei einem unbedeutenden Gehalte an hygroskopischem Wasser etwa eine Hitze von 2300°.

Der Gasfeuerung oder indirecten Benutzung der Brennmaterialien wird in neuerer Zeit ebenfalls eine immer größer und größer werdende Aufmerksamkeit geschenkt; sie ist die vollkommene Ausnutzung eines jeden, selbst zu vielen anderen Zwecken unbrauchbaren Brennmateriales; mögen ihrer allgemeinen Verbreitung und Anwendung einerseits noch Vorurtheil und Bequemlichkeit, andererseits Unwissenheit entgegenwirken, sie ist und bleibt für einen großen Theil des europäischen Festlandes, namentlich für diejenigen Gegenden, die nicht mit reichen Steinkohlenlagern gesegnet sind, die einzige rationelle Betriebsweise für Puddel-, Schweiß- und Walzwerke. Frankreich, Oesterreich und zum Theil die Schweiz und Bayern haben den Weg der Gasfeuerung betreten. Diejenigen Gasöfen, welche aus jedem Brennmateriale, wie es gerade die localen Verhältnisse darbieten, bei möglichst geringem quantitativen Bedarf, die höchste Hitze entwickeln, werden stets vor allen übrigen den Vorzug behalten; ob solche Oefen, die diesen Ansprüchen am besten genügen, bei ihrer Anlage mehr kosten, als andere, bleibt sich gleich, da sie durch größeren Nutzen die bedeutenderen Anlagekosten bald wieder ersetzen. Die erste und wesentliche Bedingung beim Gasofenbetriebe ist neben richtiger Construction der Gasöfen (Gasgeneratoren) ein möglichst trockenes Brennmaterial; wer die Anlage von Trockenöfen scheut, fange lieber gar nicht mit Gasheizung an; der Verlust bei nicht gehörig trockenem Brennmaterial beträgt in einem Jahre mehr, als die Anlage von Trockenöfen. Man kann zum Trocknen des Brennmaterials solche Oefen anlegen, die durch die Ueberhitze der Gasöfen selbst geheizt werden. Ein jeder Gasofen besteht aus zwei wohl zu unterscheidenden Haupttheilen: a) aus dem Generator, in welchem die brennbaren Gase selbst entwickelt werden, und b) aus dem eigentlichen Gasofen selbst, oder dem Raume, worin die Gase durch Zuführung erhitzter atmosphärischer Luft verbrennen und worin die beabsichtigte Arbeit verrichtet wird. Die Form der Gasgeneratoren selbst wird durch das Brennmaterial, welches verwendet

werden soll, die des Gasofens aber durch die Arbeit, die in ihm verrichtet werden soll, bestimmt.

Es ist und bleibt eine der wichtigsten Aufgaben im jetzigen industriellen Leben, eine bessere Benutzung der Brennmaterialien herbeizuführen. Oft ist die Entwickelung einer großen Industrie, durch den Mangel an Brennmaterial beschränkt und gebietet, auf Ersatz und Abhülfe zu denken. Die von Jahr zu Jahr zunehmende Theurung der Holzpreise drängt den Consumenten immer mehr, auf Befriedigung seines Brennstoffbedarfes durch verschiedene Ersatzmittel, unter denen das brennbare Gas stets die erste Stelle einnehmen wird, Bedacht zu nehmen. Dabei drängt sich stets zuerst die Frage auf: stehen die den Brennverhältnissen des Gases angemessenen Erzeugungskosten im Verhältnisse zu ihrem Werthe? Die Beantwortung dieser Frage ist für jeden Consumenten um von so größerer Wichtigkeit, weil ihre Beantwortung es allein möglich macht, ob und in wie weit der Brenneffekt und die Erzeugungskosten des Gases mit den bestehenden currenten Preisen der anderen Brennmaterialien im Verhältnisse stehen; die Beantwortung dieser Frage wird stets entscheidend sein, welchen Brennmaterialien man sich zuzuwenden hat. So wie die Verbrennung des erzeugten Gases eigentlich die vollkommenste Ausnutzung des Brennmateriales ist, so hat man doch auch durch bessere Construction von Rosten, durch Hinzuführung von dem richtigen Verhältnisse atmosphärischer Luft in die Flammen, eine vollkommenere Verbrennung der Brennmaterialien zu erzielen gesucht; durch dieses Bestreben ist eine ganz neue Wissenschaft, die Pyrotechnik, entstanden, deren Aufgabe es ist, durch die Verbrennung irgend eines Brennstoffes den höchsten absoluten und specifischen Wärmeeffekt zu erreichen; es darf dabei kein brennbarer Theil der Verbrennung entgehen; es müssen auch Vorkehrungen getroffen werden, daß jeder verbrennliche Theil durch die Verbrennung die höchste Oxydationsstufe erreiche.

Erster Abschnitt.

Das Holz

und

dessen Zubereitung zum Feuer und Kohlholz.

Das Holz ist wegen seiner vielfachen Nutzanwendung ohne Zweifel das wichtigste aller Forstprodukte und es wird in Beziehung auf jene in zwei Hauptklassen: in Feuer- und Nutzholz, nach Völker, eingetheilt.

Feuerholz nennt man dasjenige Holz, welches entweder im natürlichen Zustande oder als Kohle zu den verschiedenen Feuerungen benutzt wird; ersteres nennt man insbesondere Brennholz; das zum Verkohlen bestimmte aber Kohlholz. Nutzholz ist dasjenige Holz, welches von den in Holz arbeitenden Gewerben weiter verarbeitet wird.

Eine genaue Kenntniß der physischen Beschaffenheit der Hölzer ist zur richtigen Auswahl der Feuerhölzer unentbehrlich, und geben wir eine solche in nachstehenden kurzen Umrissen.

I. Die physische Beschaffenheit des Holzes.

Der Körper der Forstbäume und Sträucher, aus Wurzel, Stamm und Aesten bestehend, verdient in Rücksicht der organischen Zusammensetzung und chemischen Mischung seiner Theile um so mehr eine nähere Betrachtung, indem durch diese Verhältnisse vorzüglich die physischen Eigenschaften und weiter die Nutzanwendungen des Holzes bedingt werden. Wurzeln, Stamm und Aeste sind im Allgemeinen als organische Gebilde aus festen Fasern und Gefäßen zusammengesetzt, in welchen am lebenden Baume flüssige Stoffe, namentlich der Nahrungs- und Bildungssaft circuliren, aus deren Secretionen weiter die festen Theile entstehen und ernährt werden. Nach Verschiedenheit ihrer Bestimmung sind aber jene Gebilde in ihrem Baue und ihrer Zusammensetzung wesentlich verschieden, als: aus dem Wurzelstocke, der sich oft in eine lange und starke, senkrecht in die Erde eindringende Pfahlwurzel verlängert, gehen in mehr horizontalen Richtungen die Haupt-Seitenwurzeln aus, welche sich zweigartig in schwächere Nebenwurzeln zertheilen, von welchen weiter die feinsten, sogenannten Faser- oder

Saug- und Haarwurzeln ausgehen, welche zur Einsaugung von Feuchtigkeit und anderen Nahrungsstoffen aus der Erde bestimmt sind. Der daraus sich bildende Nahrungssaft steigt dann aus den Wurzeln aufwärts im Splinte und Holze bis zu den Knospen und Blättern, wird hier durch organische Prozesse in Bildungssaft umgewandelt, welcher sodann wieder im Baste und dessen Nähe abwärts zu den Wurzeln zieht, und auf diesem Wege Holzstoff und andere Stoffe in den Pflanzengefäßen absetzt und bildet. Aus dem Wurzelstocke entspringt aufwärts der Stamm, welcher entweder einfach (bei Samenbäumen), oder mehrfach ist, wie bei Sträuchern oder bei Baumholzarten, welche als Schlagholz behandelt werden. Die so vervielfachten dünnen Stämme nennt der Forstmann Stangen. Da wo die Stämme sich an den Wurzelstock anschließen, sind die Holzgefäße meist zu einem dichten, verwickelten Geflechte verbunden, das eine Art Knoten oder Wulst bildet. Das untere Ende eines Stammes heißt das Wurzel-, Stamm- oder dicke Ende, sein oberes Ende dagegen das Giebel- oder Zopfende. Bei verschiedenen Bäumen, namentlich bei Fichten und Tannen, wird der oberste, kegelförmige, ausgeästelte Theil des Stammes der Giebel genannt. Bei dem Stamme der Baumholzarten kommen in forsttechnischer Hinsicht noch die Verhältnisse der Länge, Dicke und des Wuchses überhaupt, als sehr wichtig in Betracht. In Absicht der Länge oder Höhe des Stammes finden bei unseren Baumarten große Verschiedenheiten statt. Bei manchen, wie z. B. bei den meisten Nadelhölzern und auch bei mehreren Laubhölzern, z. B. bei der Italienischen Pappel, erreicht der Stamm selbst, wenn sie isolirt stehen, eine sehr beträchtliche, fast der ganzen Höhe des Stammes gleichkommende Höhe; bei anderen wird zwar der Stamm ebenfalls noch ziemlich hoch, jedoch so, daß der obere Theil unverhältnißmäßig schwächer und dabei gemeiniglich auch nicht gerade ist. Es sind dies solche Baumarten, welche von der Seite des Stammes aus zeitig schon etwas stärkere Aeste auszutreiben pflegen. Endlich giebt es wieder Baumarten, die nicht leicht eine beträchtliche Stammhöhe erreichen, weil ihr Stamm sich bald in dicke Aeste zertheilt. Obgleich jede Baumholzart in dieser Hinsicht ihren eigenthümlichen Charakter hat, so haben bei einzelnen Individuen doch auch noch andere Umstände auf die Höhe ihres Stammes Einfluß. Im geschlossenen Stande, wo die Bäume dicht an einander stehen, erreichen die Stämme in der Regel eine beträchtlichere Höhe, weil die Vegetation aufwärts nach Luft und Sonne hinstrebt, und dagegen die unteren im Schatten befindlichen Aeste aus entgegengesetzten Ursachen bald absterben. Für dieses Verhältniß hat der Forstmann den Ausdruck: der Stamm holzt sich ab — bis zu einer gewissen Höhe. Im freien Stande, wo sich die Aeste nach allen Seiten frei ausbreiten können, sind dagegen die Stämme viel kürzer. Uebrigens hat auch Boden und Klima viel Einfluß. Im unangemessenen Boden und rauhen Klima erreichen die Baumarten nie ihre sonst gewöhnliche Stammhöhe, ja sie bleiben sogar oft strauchartig.

Die Dicke, welche die gewöhnlichen Holzarten erreichen können, ist ebenfalls sehr verschieden. Manche Holzarten, besonders die eine lange Lebensdauer haben, erreichen zwar eine sehr beträchtliche Stammdicke, inzwischen ist denn bei vielen das Holz in der Achse des Stammes selten ganz gesund, oft anbrüchig, ja die Stämme sind wohl ganz hohl. Im freien Stande, in gutem Boden und Klima werden die Stämme einer und der nämlichen Baumart gewöhnlich dicker, als im geschlossenen Stande und in schlechtem Boden und rauhem Klima. Der Wuchs der Stämme bei unseren Baumholzarten ist ferner entweder gerade oder gekrümmt; im letzteren Falle mit einfacher oder mehrfacher Krümme. Manche Stämme steigen in wellenförmiger Richtung in die Höhe, Nadelhölzer und Italienische Pappeln treiben die geradesten Stämme; andere Laubhölzer mehr oder weniger. Im geschlossenen Stande werden die Stämme in der Regel gerader, als im freien Stande. In Rücksicht auf den Durchmesser und die Oberfläche des Stammes finden bei den verschiedenen Holzarten Abweichungen statt. Die meisten haben kreisförmige oder elliptische Durchschnitte und sind mehr oder weniger vollkommen cylindrisch oder eigentlich conisch. Manche Baumholzarten haben der Länge des Stammes nach laufende wulstförmige Erhabenheiten, und dann sind auf dem Durchschnitte der Stämme die Jahresringe ebenfalls nicht regelmäßig kreisförmig oder elliptisch, sondern beschreiben wellenförmige, ein- und auswärts gebogene Ringe, wie z. B. bei der Weiß- oder Hainbuche und anderen der Fall ist.

Unsere einheimischen Holzarten sind folgende: I. Einschäftige Holzarten oder Bäume die bei geradem und regelmäßigerem Wuchse eine Stammhöhe von 50 Fuß und darüber und zugleich eine beträchtliche Dicke erreichen können:

die Sommereiche, quercus penduncuIata,
die Wintereiche, quercus robur,
die Rothbuche, fagus sylvatica,
die gemeine Rüster, ulmus campestris,
der weiße Ahorn, acer pseudoplatanus,
die Esche, fraxinus excelsior,
die gemeine Birke, betula alba,
die gemeine Erle, alnus glutinosa,
die weiße Erle, alnus incana,
die Aspe, populus tremula,
die italienische Pappel, populus dilatata,
die gemeine Weide, salix alba,
die Linde, tilia europaea,
die edle Kastanie, castanea vesca,
die gemeine Acacie, sabinia pseudoacacia,
der Lärchenbaum, pinus larix,
die Kiefer, pinus sylvestris,
die Weiß- oder Edeltanne, pinus picea und abies,

die Fichte, pinus abies.

Holzarten, deren Schaft gewöhnlich nur eine Höhe von 20 bis 30 Fuß, zum Theil auch darüber erreicht, bei noch ziemlich beträchtlicher unterer Dicke, jedoch so, daß der Giebeldurchmesser unverhältnißmäßig schwächer ist, als der untere am Stammende:

die Stein- oder Weißbuche, carpinus betulus,
der Masholder, acer campestre,
der Wallnußbaum, juglans regia,
die Eberesche, sorbus aucuparia,
der Elzebeerbaum, pyrus torminalis,
die Süßkirsche, prunus avium silvestris,
die Roßkastanie, aesculus hypocastanum.

Holzarten, welche nur eine Schafthöhe von 15 bis 20 Fuß erreichen:

die Kornelkirsche, cornus mascula,
die Mispel, mespilus germanica,
der schwarze Holunder, sambucus nigra,
die Bruchweide, salix fragilis,
der Taxusbaum, taxus baccata.

II. Mehrschäftige Holzarten oder Sträucher:

der Haselnußstrauch, corylus avellana,
der gemeine Hagedorn, crataegus oxyacantha,
der rothe Hartriegel, cornus sanguinea,
die Berberitze, berberis vulgaris,
die Rheinweide, ligustrum vulgare,
die Korbweide, salix viminalis,
die gemeine Wacholder, juniperus communis.

Dieses sind die in technischer Hinsicht besonders bemerkenswerthen heimischen Holzarten. Die vom Stamme ausgehenden Aeste theilen sich in schwächere Zweige, an welchen sich die jüngsten Jahrestriebe befinden. Wurzelloden nennt man die aus dem Wurzelstocke, besonders bei Schlagholz, ausschlagenden neuen Triebe; die Hauptäste sind bei verschiedenen Holzarten auf verschiedene Weise mit dem Stamme verbunden, z. B. quirlförmig, wie bei Fichten, armförmig, gegenüberstehend, abwechselnd, aufrechtstehend, horizontal oder herabhängend. Durch diese verschiedene Gestaltung der Aeste werden unter sich und mit dem Stamme zuweilen verschieden eigenthümliche Sorten von Nutzhölzern gebildet.

Stamm, Aeste und Wurzel sind aber weiter aus verschiedenartigen Theilen zusammengesetzt, als aus Oberhaut, Rinde, Bast, Splint, Holz und Markröhre, welche von der Oberfläche aus nach innen in concentrischen Lagen über einander und um die im Mittelpunkte befindliche Markröhre herum geordnet sind. Der äußere dünne, aus dichtem Gewebe bestehende Ueberzug der Stämme und Aeste, welcher die Rinde unmittelbar bedeckt, wird die Oberhaut genannt. Sie ist bei verschiedenen Holzarten von mancherlei Beschaffenheit, z. B. bei den

Fichten schuppig, bei den Birken, Kirschbäumen pergament- oder lederartig und in mehrere dünne, blätterähnliche Lappen getheilt. Bei manchen Bäumen springt die Oberhaut im späteren Alter ab. Unter der Oberhaut befindet sich die Rinde, welche bei älteren Bäumen, wie der Holzkörper aus mehreren über einander liegenden Jahreslagen zusammengesetzt ist. An jungen Schößlingen und Jahrestrieben ist die junge Rinde grün. Die Rindenlagen bestehen größtentheils aus einem zellenförmigen Gewebe von Gefäßen, in welchen sich aus dem Bildungssafte eigenthümliche Stoffe absetzen. Auch laufen von der Rinde aus Gefäße durch Safthaut, Splint und Holz nach dem Marke zu, welche zur Ausbildung jener festen Theile beitragen. Diese Funktion findet aber nur bei den jüngeren und noch saftigen Rindenlagen, aber nicht mehr bei den äußeren und abgestorbenen Rindenschichten älterer Bäume statt; daher dergleichen abgestorbene Rinde ohne Nachtheil für die Bäume abgenommen werden kann; im Gegentheil wird durch das Abnehmen derselben eine Verjüngung alter Obstbäume erzielt. Da die älteren abgestorbenen Rindenlagen nur wenig noch von den eigenthümlichen auflöslichen Rindenbestandtheilen (Gerbestoff) enthalten, durch deren reicheren Gehalt sich die jüngeren Rindenlagen zu mancherlei technischen Nutzanwendungen empfehlen, z. B. zum Gerben, Färben ꝛc., so sind sie auch in dieser Beziehung von geringerem Werthe. Die Rinde ist ihrer Farbe und Beschaffenheit nach aber auch bei der nämlichen Holzart, nicht nur nach dem Alter des Baumes, sondern auch nach Boden, Lage, Klima verschieden. Auf gutem, mehr trockenem als nassem Boden, haben Eichen, Ulmen und andere Baumarten eine feinere hellere Rinde. Unmittelbar unter den jüngsten Rindenlagen befindet sich der Bast. Er ist von netzförmiger, maschiger Structur, sehr biegsam und zähe. Er besteht vorzüglich aus Saftgefäßen, zwischen welchen sich von der Rinde aus Zellengewebe hindurch nach dem inneren Holzkörper ziehen. In und um diese Bastschicht findet die Hauptcirkulation des Bildungssaftes statt, durch dessen Vermittelung sich jährlich neue Schichten von Bast, Rinde und Splint ausbilden. Der Bast von mehreren Holzarten ist mancherlei vortheilhafter technischer und ökonomischer Nutzanwendungen fähig, z. B. als Material zu Gespinnst und Flechtwerk. Da der Bast ähnliche auflösliche Bestandtheile enthält, wie die Rinde, und meist in noch größerer Menge, so eignet er sich eben so gut, als letztere, zu gewissen technischen Zwecken, z. B. zum Gerben und Färben. Im gemeinen Leben wird das Aggregat von Rinde, Oberhaut und Bast mit dem gemeinsamen Namen Rinde belegt. Unterhalb des Bastes liegt der Splint, oder die jüngste, noch in der Bildung begriffene Holzlage. Der Splint besteht, gleich dem Holze, aus der Länge nach laufenden Fasern, Saftröhren und Schraubengängen, welche von dem aus dem Baste horizontal fortsetzenden Rindenzellengewebe durchzogen werden. Der Splint trennt sich im Frühjahre vom Baste, von welchem aus er seine Bildung erhielt, und wird die Grundlage zu einem neuen Holz-

ringe. Der in einem Vegetationsjahre an dem Baume sich absetzende Splintring besteht eigentlich aus zwei Lagen; von diesen bildet sich die erste im Frühjahre, die zweite im Sommer beim zweiten Triebe; beide sind übrigens so genau mit einander verbunden, daß sie eine einzelne Lage darstellen, jedoch so, daß der äußere Theil dieser Lage vor den inneren sich meistens durch größere Dichtigkeit seines Gewebes, so wie auch durch dunkelere Farbe auszeichnet, wovon die Ursach darin liegt, weil im Frühjahre sich größere Spiralgefäße und größere Holzzellen bilden, als beim späteren Wachsthume im Sommer, und da dieser Umstand auch auf das ältere, aus dem Splinte sich stufenweis ausbildende Holz von dauernder Wirkung ist, so wird eben dadurch eine leichte Bestimmung der verschiedenen Jahresringe und des Alters eines Baumes möglich. Die Splintlage ist übrigens nach Beschaffenheit der Holzarten, des Bodens, Klima's und des Alters eines Baumes von verschiedener Stärke. An alten Bäumen geht der Splintring häufig nicht ganz um die Peripherie des Baumes, sondern nur um einen Theil derselben, was man besonders deutlich an alten Zwetschenbäumen beobachten kann.

Der Holzkörper der Forstbäume besteht überhaupt aus einem Gewebe verschiedenartiger Fasern und Gefäße, von denen vorzüglich folgende bemerkenswerth sind: 1) die aufsteigenden oder Längenfasern, welche der Länge des Stammes nach büschelförmig, entweder in mehr gerader, oder in etwas wellenförmiger, hin und her gebogener Richtung laufen und Saftgefäße enthalten. 2) Die Spiegelfasern; sie laufen von der Rinde aus in horizontaler Richtung durch Splint und Holz nach dem Mittelpunkte des Stammes, der Markröhre, zu. Bei manchen Holzarten, z B. Eichen, Eschen, Buchen, sind sie beträchtlich breit und bandförmig, bei anderen sehr schmal und strichförmig und minder bemerklich. Ihre Wände sind vorzüglich dicht und glänzend, zeichnen sich auch vor den übrigen Holzfasern durch eine etwas dunkelere Farbe aus. Die Markfasern laufen als feines Gewebe zwischen den Längenfasern hin. Diese und andere Fasern bilden in ihrer Zusammensetzung Gefäße, in welchen der Nahrungssaft circulirt und aufsteigt. Dieses Holzgewebe besteht aber an älteren Stämmen, Wurzeln und Zweigen aus mehreren concentrisch über einander befindlichen Lagen. Da eine jede solche Lage das Produkt der Vegetation eines Jahres ist, so werden sie gemeiniglich Jahresringe genannt. Der nach außen zu befindliche Theil jedes Jahresringes zeigt ein dichteres und etwas dunkleres Holzgewebe, daß bei vielen Nadelhölzern, z. B. Kiefern und Fichten, zugleich stärker mit Harz durchdrungen ist, während der innere Theil jedes Jahresringes sich insgemein entgegengesetzt verhält und bei vielen Holzarten beträchtliche Poren bemerken läßt. Die jüngeren, zunächst unter dem Splinte befindlichen Jahresringe haben nämlich bei vielen Holzarten ein weit weicheres, lockeres, minder hartes und festes und zugleich oft weißes oder hellfarbigeres Holz, als die älteren Jahresringe, und werden dann von Holzarbeitern oft mit

zum Splinte gerechnet. Unter diesen minder vollkommenen Holzlagen befindet sich nun das jüngere und ältere reife Holz, das sich durch größere Dichtigkeit, Härte und Festigkeit auszeichnet. Das reife Holz reicht bei gesunden Stämmen bis zur Markröhre. Das zunächst um letztere befindliche Holz zeichnet sich an Stärke von Stämmen bei vielen Holzarten durch dunklere und andere Färbung, und oft auch durch noch höheren Grad von Härte und Festigkeit vor dem übrigen Holze aus, und wird Kernholz genannt, was endlich bei alten Bäumen in anbrüchiges und faules Holz übergeht. Da das anbrüchige Holz oft ebenfalls eine andere Farbe als das reife Holz hat, so darf keine Verwechselung mit dem gesunden Kernholze bei technischen Verwendungen stattfinden. Aus dem Splinte wird bei fortschreitendem Wachsthume des Baumes junges und aus diesem weiter reifes und Kernholz. Da diese höhere Ausbildung des Holzes stufenweise fortschreitet, auch allmähliche Uebergänge stattfinden, zumal bei manchen Holzarten, wo sich das jüngere und selbst das Splintholz, von dem reifen Holze nicht sehr unterscheidet, so lassen an vielen Stämmen sich die Grenzen des Splint-, jungen und reifen Holzes nicht genau angeben. Zuweilen tritt auch der Fall ein, daß an der einen Seite eines Stammes sich mehrere Jahresringe von Splint und jungem Holze vorfinden, als an der anderen Seite. Uebrigens ist die Dicke oder Stärke der Jahresringe nicht nur bei verschiedenen Holzarten im Allgemeinen verschieden, sondern selbst bei ein und derselben Holzart nach Beschaffenheit des Bodens, der Lage, des Klima's und des Gesundheitsstandes der Bäume sehr abweichend. Bäume, welche in fruchtbarem Boden und mildem Klima aufwachsen, haben insgemein weit dickere Jahresringe, als andere von derselben Art, welche in magerem, trockenem Boden und kaltem Klima sich befinden. Holz, welches im Ganzen genommen dickere und breitere Jahresringe zeigt, nennt man grobjährig, Holz mit schmalen Jahresringen dagegen feinjährig. Inzwischen sind selbst an ein und demselben Stamme die Jahresringe oft abwechselnd, bald breiter, bald schmäler. Die breiteren haben ihren Entstehungsgrund in der vorzüglichen Fruchtbarkeit eines Jahres oder in anderen die Vegetation begünstigenden Umständen, welche während der Bildung einer solchen Lage eintraten; so wie dagegen schmälere Jahresringe von entgegengesetzten Verhältnissen herrühren. Häufig ist die größere Dicke der Jahresringe an der südlichen Seite des Stammes, die geringere an der nördlichen; doch pflegen auch an derjenigen Seite, wo wegen größerer Fruchtbarkeit des Erdreiches oder aus anderen Ursachen der Baum mehrere und größere Wurzeln und Zweige treibt, sich die Jahresringe breiter auszubilden. Im Mittelpunkte der Stämme und Aeste befindet sich die Markröhre, welche hauptsächlich aus einem lockeren Zellgewebe besteht, welches von vielen der Länge nach laufenden Fasern durchzogen ist. An den Wurzeln ist die Markröhre entweder gar nicht vorhanden, oder nicht in dem Grade, wie an den Stämmen ausgebildet. Manche Holzarten, wie z. B. der Hollunder, haben eine

beträchtlich starke Markröhre, andere dagegen eine sehr schwache. Mit dem Alter der Bäume nimmt überhaupt der Durchmesser der Markröhre ab.

Man pflegt gewöhnlich anzunehmen, daß der Spätherbst und Winter die Zeit der Ruhe für die Vegetation (das Leben) der Bäume selbst sei; diese Annahme ist jedoch nur zum Theil wahr, denn eigentlich giebt es im Wachsthume und Leben keinen Zeitpunkt der völligen Ruhe. Das Absterben der Blätter und das Reifen der Früchte zeigt an, daß der Lebensprozeß in diesen Baumtheilen aufgehört hat; und giebt es einen Ruhepunkt in dem Leben der Pflanzen, so liegt er diesem Momente gewiß sehr nahe. Das Abfallen der Blätter und Früchte zeigt aber auch an, daß die Vegetation sich nun auf den Blatt- und fruchtlosen Stamm erstreckt, sie steigert sich in dem Spätherbste in der gewöhnlichen Regenzeit. Die im Sommer und Herbste eingeschrumpften Zweige, so wie die Rinde, schwellen wieder an, letztere wird glänzend und strotzend von Säften, die Frucht- und Blattknospen treten hervor, und dauert das feuchte warme Wetter im Spätherbste sehr lange, so beginnen die Knospen mancher Bäume schon zu grünen, weil ihre Hülle den Inhalt nicht mehr umfassen kann Wie die Zweige und der Stamm im Winter anschwellen, davon kann man sich durch das Umlegen eines Bleidrathes überzeugen. Legt man denselben im August oder September locker an, so wird er im November und December schon fest, oder schneidet auch wohl in die Rinde ein. Eben so wird die an einem daneben geschlagenen Pfahle angemerkte Höhe des Baumes (im August und September) schon im November und December zeigen, daß der Baum ebenfalls in der Höhe fortgewachsen ist. Das Bersten der Rinde im Winter bei starkem Frostwetter tritt gewöhnlich dann ein, wenn der Spätherbst lange feucht und warm, also das Pflanzenleben in der Rinde schon stark rege war. Alle diese Erscheinungen sprechen dafür, daß im Spätherbste zur Regenzeit der Umlauf der Säfte im Baumstamme lebhaft von statten geht. Da nun aber weder eine Entwickelung von Blättern, Blüthen oder Früchten stattfindet, so muß ein anderer Prozeß vor sich gehen, und dies ist eine Zubereitung der Kräfte zum Frühjahrstriebe. In der That ist es bewundernswürdig, mit welcher Kraft im Frühjahre Blätter und Blüthen bei manchen Bäumen hervorbrechen. Bekanntlich aber ist die Blüthe des Baumes aus physiologischen Gründen der höchste Grad seiner Kraftäußerung, denn hier findet eine förmliche Zeugung statt. Zur Vorbereitung dieses Aktes dient der Winter. Ich habe bemerkt, daß das Leben der Bäume und auch wohl anderer perennirender Pflanzen im Frühjahre um so eher und kräftiger hervortritt, je gelinder und fruchtbarer der Herbst und Winter waren, je mehr dieser Akt also vorbereitet war. Es findet mithin im Herbste und Winter zum Frühjahrstriebe eine Vorbereitung der Säfte statt, die um so lebhafter ist und um so viel mehr Stoff verbreitet, als die Wurzeln des Baumes ungestört ihren Beruf erfüllen. Die Annahme also, daß der Herbst

und Winter die Zeit der Ruhe für die Vegetation sei, ergiebt sich als eine ganz falsche.

II. Die chemischen Bestandtheile des Holzes.

Die chemische Mischung der Körper wird durch die darin befindlichen Stoffe bedingt, man unterscheidet diese Stoffe in einfache und zusammengesetzte. Die einfachen Stoffe oder Bestandtheile, aus welchen die Hölzer, Rinden ꝛc. bestehen, sind vorzüglich Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff, zuweilen auch Stickstoff, mit welchen Stoffen außerdem häufig noch kleine Mengen von Kalium, Natrium, Calcium, Eisen, Mangan, Schwefel, Phosphor, Chlor ꝛc. verbunden sind. Indem nun die genannten einfachen Stoffe sich in verschiedenen quantitativen Verhältnissen mit einander in Verbindung setzen, so entstehen daraus die zusammengesetzten Bestandtheile. Die Bestandtheile, aus welchen unsere Forstbäume im Allgemeinen zusammengesetzt sind, bestehen in festen, flüssigen und luftförmigen; sie sind entweder im Wasser löslich oder unauflöslich. Letztere sind folgende: der vegetabilische Faserstoff oder die Holzfaser. Diese macht dem Gewichte und Volumen nach den Hauptbestandtheil des Holzkörpers aus und beträgt in vollkommen trockenem Holze, nach Verschiedenheit der Baumarten, 80 — 96 Proc. Das specifische Gewicht ist im Durchschnitt = 1500, und es besteht (z. B. im Buchenholze) aus 51,45 Kohlenstoff, 5,82 Wasserstoff, 42,73 Sauerstoff. Bei der trockenen Destillation liefert sie Kohle, Kohlenstoffsäure, Kohlenwasserstoffgas, Wasser, Holzsäure, brenzliches Oel und Harz mit verschiedenen anderen Stoffen verbunden. Beim Zutritte der atmosphärischen Luft brennt die Holzfaser mit Flamme und läßt Asche zurück, die hauptsächlich aus Kalk und anderen Erden, Eisen und Manganoxyd und einem kleinen Antheile von Kali und verschiedenen anderen Salzen besteht. Durch Schwefelsäure kann die Holzfaser in Gummi und Zucker, durch Kali in Sauerklee und Humussäure umgewandelt werden. Die Holzfaser ist es, welche die meisten technischen Benutzungen des Holzes bedingt. Die reine Holzfaser ist unter den Bestandtheilen des Holzes der Verderbniß am wenigsten ausgesetzt und kann sich Jahrhunderte lang unversehrt conserviren. Das Medulin ist eine Modification der Holzfaser, welches sich im Marke der Markröhre der Gewächse, aber auch in feinen Gefäßen zwischen den Holzfasern des Holzkörpers vorfindet. Es ist mehr zur Verderbniß geneigt, als die Holzfaser. Harze von verschiedener Beschaffenheit kommen in vielen Holzarten in geringer, in manchen, z. B. im Kiefern- und Fichtenholze, in sehr bedeutender Menge vor. Das Harz dieser Nadelhölzer ist eigentlich eine Zusammensetzung von mehreren Harzstoffen. Ein beträchtlicher Harzgehalt conservirt die Hölzer und macht sie zu verschiedenen technischen Benutzungen, namentlich zum Pech-, Theer- und Kienrußbrennen tauglich. In Verbindung mit den Harzen kommen auch in mehreren Hölzern ätherische oder wesentliche Oele, z. B. Terpentinöl, vor.

In unseren Holzarten kommen nachstehende im Wasser auflösliche Bestandtheile vor, doch nicht alle in jeder Holzart, sondern in der einen diese, in einer anderen wieder andere; durch diese abweichenden Verhältnisse werden vorzüglich die physischen Eigenschaften der verschiedenen Holzarten bedingt. Gummi und Schleimarten kommen meist nur in geringen Mengen in den verschiedenen Holzarten vor, eben so der Zuckerstoff. Extractiv- und Farbestoffe kommen fast in allen Holzarten, aber von verschiedener Qualität und Quantität vor. Am häufigsten sind die gelben färbenden und zwar im Holze der Berberitzen, des Holunders, in beträchtlicher Menge. Der Gerbestoff kommt in verschiedenen Holzarten, besonders aber in beträchtlicher Menge im Eichenholze vor. Er zeichnet sich in technischer Hinsicht dadurch aus, daß er mit thierischem Leime eine im Wasser unauflösliche Verbindung und daher mit Thierhäuten Leder bildet, und daß er mit Eisenauflösungen schwarze Farbenverbindungen liefert, worauf das Schwarzbeizen des Eichen- und anderer gerbstoffhaltiger Hölzer beruht; und da der Gerbestoff überhaupt viele thierische und vegetabilische Körper gegen Verderbniß schützt, so ist er wohl der Grund, warum Eichen- und andere gerbstoffhaltige Holzarten vorzugsweise vor anderen Holzarten eine lange Dauer bewähren. Gallussäure findet sich ferner im Holze in Gesellschaft des Gerbstoffes und ist mit letzterem nahe verwandt. Es wird auch der Gerbestoff unter gewissen Umständen leicht in Gallussäure verwandelt. Sie färbt mit Eisenauflösungen ebenfalls schwarz und scheint auch eben so wie der Gerbestoff, die Holzarten, worin sie sich vorfindet, gegen Verderbniß zu schützen. Humussäure trifft man in dem von den Wurzeln aus der Erde angezogenen Nahrungssafte an. Sie bildet sich aber auch im todten Holze aus anderen Stoffen, namentlich aus extractiven. Essigsäure findet sich hin und wieder im Nahrungssafte und Holze vor. Sie bildet sich oft auch durch Zersetzung anderer Bestandtheile, namentlich der zuckerigen, schleimigen und extractiven, und ihre Entstehung scheint die baldige Verderbniß des Holzkörpers zu beschleunigen. Kali kommt zwar in geringen Mengen fast jederzeit in den Hölzern vor, jedoch immer mit Kohlensäure, Essig-, Gallus-, Humus-, auch wohl mit Salz-, Schwefel- und Phosphorsäure zu Salzen verbunden vor. Da die Salze größtentheils hygroskopisch sind, so begründen sie vorzüglich mit die Eigenschaft des Holzes, aus der Luft Feuchtigkeit anzuziehen. Natrum wird viel seltener als Kali im Holze vorgefunden und dann ebenfalls in Verbindung mit Säuren. Kalk findet man in Verbindung mit anderen Stoffen ebenfalls im Holze vor. Alle die aufgeführten, im Wasser löslichen Bestandtheile des Holzes stammen größtenheils aus den im Holze circulirenden Baumsäften ab; so wie der wässerige Theil der letzteren im todten Holze verdunstet, nehmen sie eine mehr concrete Form an, und stellen sich als ein in den Poren des Holzes befindlicher, firnißartiger Ueberzug dar, wie dieses bei manchen Holzarten, besonders bei Eichen, wahrzunehmen ist.

Der wässerige Bestandtheil des Holzes findet sich am lebenden Baume im Baumsafte. Dieses Wasser ist nächst der Holzfaser der bei weitem vorwaltende Bestandtheil des grünen Holzes; der Wassergehalt ist in den verschiedenen Holzarten sehr abweichend, z. B. Birken-, Vogelbeer- und Eschenholz hält 25 — 30 Proc. Wasser, Eichen-, Tannen-, Buchen-, Kiefernholz zwischen 30 – 40 Proc., Erlen-, Aspen-, Ulmen-, Fichten-, Pappelholz 40 — 50 Proc. und zum Theil darüber; bei der nämlichen Holzart hält der Kern und das reife Holz weniger Wasser, als das junge und Splintholz, auch wechselt der Wassergehalt nach Verschiedenheit des Bodens, der Lage, des Klima's und der Jahreszeit. Im Winter, vorzüglich im Januar, ist der Gehalt an Wasser am geringsten und steigt bis im April um 8 Proc. Nach dem Fällen verliert das Holz durch das Austrocknen an der Luft den größten Theil seines im frischen Zustande gehabten Gehaltes an freiem Wasser. Inzwischen hält das vollkommen lufttrockene Holz noch immer 10 — 15 Proc. seines Gewichtes an Wasser chemisch gebunden zurück, welches erst durch eine Hitze von 80° R. vollständig ausgetrieben wird. Ein durch künstliche Wärme gedörrtes Holz saugt jedoch an der feuchten Luft wieder 10 — 15 Proc. wässerige Feuchtigkeit an. Man unterscheidet im Allgemeinen in Beziehung auf Wassergehalt grünes, lufttrockenes und gedörrtes Holz.

Im Holze des lebenden Baumes kommt viel Kohlensäure, theils als Gas, theils an den Vegetationssaft gebunden, vor. Das kohlensaure Gas findet sich vorzüglich in den Luftgefäßen und Poren des Holzkörpers in dessen grünem Zustande. Im todten ausgetrockneten Zustande enthalten dagegen die Poren des Holzkörpers mehr Sauer- und Stickstoffgas, weil im Verhältniß, wie beim Austrocknen das in den Holzgefäßen befindliche Vegetationswasser verdunstet, die atmosphärische Luft dessen Stelle einnimmt. Nach angestellten Untersuchungen enthielt das grüne Holz einer italienischen Pappel, dem Volumen nach, 24 Proc. feste Bestandtheile, 22 Proc. Wasser und 24 Proc. Luft, das frische Eichenholz 39½ Proc. feste Bestandtheile, 36 Proc. Wasser und 24½ Proc. Luft. Auf der Verschiedenheit des Luft- und Wassergehaltes der Holzarten beruht vorzüglich ihr abweichendes specifisches Gewicht, denn die reine Holzfaser hat bei allen Holzarten ein ziemlich gleichförmiger eigenthümliches Gewicht.

III. Die physischen Eigenschaften des Holzes.

Unter den physischen Eigenschaften des Holzes versteht man seine Textur, Farbe, Glanz, das eigenthümliche Gewicht, die Dichtigkeit, die Härte, die Festigkeit, die Zähigkeit, die Elasticität, die hyroskopischen Eigenschaften und die Dauer des Holzes.

Unter Textur wird die Art und Weise verstanden, wie sich das Holz als ein aus verschiedenartigen Fasern und Gefäßen zusammengesetzter Körper an zertheilten oder bearbeiteten Stücken auf der Oberfläche desselben darstellt. Die Textur hängt von der Structur des

Holzkörpers im Allgemeinen ab, und der bei einer jeden Holzart insbesondere, wo sie durch eigenthümliche Beschaffenheit der Längen- und Spiegel-Fasern, der Saft- und Luftgefäße, der Jahresringe 2c. bedingt wird; endlich hat auch die Richtung, nach welcher ein Holzstamm zertheilt und bearbeitet wird, einen großen Einfluß auf die Art der Textur; in welcher die Oberfläche des Holzes erscheint, weil nach Maßgabe jener Richtung die gedachten Fasern und die Structurverhältnisse der Hölzer in einer verschiedenen Lage zum Vorscheine kommen. Im Allgemeinen zeigt sich die Oberfläche des bearbeiteten Holzes als ein Gewebe von wechselnden Streifen, Bändern, Flammen, spiegelichen Flächen, Furchen und Poren. Wenn die Trennung des Stammes mit der Säge nach der Richtung seiner Dicke vollführt wird, so stellen sich die Jahreslagen auf der kreisförmigen Schnittfläche in Form mehrerer concentrischer Ringe dar. Man bemerkt, daß die äußeren Ränder eines jeden Ringes ein dichteres, festeres Gewebe haben, während nach dem inneren Theile oder Rande zu dasselbe meist lockerer ist und bei mehreren Holzarten bedeutende Vertiefungen oder Poren vorkommen, welche z. B. bei Eichenholz sehr deutlich sind. Von dem Mittelpunkte der Kreisfläche aus laufen in gerader oder etwas gebogener Richtung Strahlen nach der Peripherie zu, die bei vielen Holzarten, z. B. Eichen, Buchen, sehr deutlich, bei manchen minder deutlich ausgeprägt sind, und welche in den durchschnittenen Spiegelfas.rn ihren Grund haben. Wenn dagegen die Theilung des Stammes nach der Richtung seiner Länge und nach dem Durchmesser seiner Grundfläche unternommen wird, so bemerkt man auf den Trennungsflächen der Länge nach laufende parallele Linien oder Streifen, die sich von dem zwischen ihnen befindlichen lockeren Gewebe des Holzes durch größere Dichtigkeit und meist auch durch etwas dunkelere Farbe auszeichnen, und von den durchschnittenen Rändern der Jahresringe abstammen; außerdem wird man absetzende bandförmige Streifen oder Striche gewahr, welche in ziemlich parallele Richtungen von der Markröhre nach der Peripherie laufen und sich durch Dichtigkeit und Glanz besonders auszeichnen; es sind dies die durchschnittenen Ränder der Spiegelfasern. Durch einen Längenschnitt nach einer Chordenlinie der Kreisfläche des Stammendes entstehen auf den Schnittflächen wieder etwas andere Erscheinungen. Außer den nach der Länge laufenden parallelen schwächeren Streifen findet man nach der Mitte zu breitere, mehr bandförmige Streifen in Folge der hier in einer breiteren Fläche durchschnittenen äußeren Ränder der Jahreszweige; die Spiegelfasern dagegen stellen sich nicht mehr in so zusammenhängenden horizontalen Streifen, sondern in mehr absetzenden Fragmenten dar. Wird der Stamm nicht der Länge nach, sondern in mehr oder weniger schiefen Richtungen durchschnitten, so kommen wieder andere Textur-Erscheinungen vor. Die Holzarbeiter unterscheiden in Absicht der Textur und des Faserbaues der Holzarten, lang- und kurzfaserig, fein- und grobfaserig. Langfaserig ist, wenn das Holz bei seinen Zertheilungen

sich in lange Fasern trennt, z B. Haselnuß, Maßholder; kurzfaserig ist das entgegengesetzte Verhältniß, z. B. beim Birn- und Apfelbaume; feinfaserig ist eine Holzart, welche sich in feinen gleichartigen Fasern dem Auge darstellt, z. B. Weide, Tanne, Ulme; grobfaserig, wenn die Fasern in dickeren, mehr abgesonderten Bündeln mit einander verbunden sind, z. B. Buche, Birke.

Die eigenthümliche Farbe macht ein Holz oft zu gewissen Zwecken mehr oder weniger empfehlenswerth. Die bei unseren Holzarten am reifen Holze am häufigsten vorkommenden Farben sind: weiß bei Ahorn, Pappel, Weide, Aspe, Linde; röthlichweiß bei Apfelbaum, Wacholder und Birke; gelblichweiß bei Esche, Kastanie, Kornelkirsche; bräunlichweiß bei Lärchenbaum, Maßholder, Eberesche; gelb bei Holunder, Berberitze; rostgelb bei Elzebeerbaum und Kiefer; gelbröthlich bei Erle, Kirschbaum, Birnbaum; röthlichbraun bei Buche, Ulme, Taxus; rothbraun bei Pflaumen und Zwetschen; röthlich- und grünlichbraun bei Nußbaum; grünlichweiß bei Hartriegel ꝛc. Manche Holzarten sind ganz einfarbig oder wenigstens ohne merkliche Farbenverschiedenheit in ihren einzelnen Theilen, z. B. Linde, Ahorn, Erle, Birke; bei anderen haben gewisse Theile des Holzkörpers, z. B. Spiegelfasern und die äußeren Kanten der Jahresringe, eine von dem übrigen Holzgewebe mehr oder weniger abweichende, meist dunkelere Farbe, z. B. bei Eichen, Buchen und bei den Nadelhölzern. Bei vielen Holzarten ist das Splintholz weiß oder von hellerer Farbe, als z. B. das reife Holz der Eiche, des Nußbaumes, Kornelbaumes, Zwetschen, Kiefer, Fichte; dagegen hat bei vielen Holzarten wieder das Kernholz eine andere, meist dunkelere Farbe: bei Ulmen, Zwetschenbaum, Flieder, Esche, Ahorn, und zwar meist dunkelbraun, auch schwärzlichbraun und oft rothgeflammt, z. B. beim Zwetschenbaum und Flieder violett und rothgeflammt. Uebrigens bleibt sich bei der nämlichen Holzart die Hauptfarbe nicht an allen Stämmen gleich, sondern wird durch verschiedene Verhältnisse des Klima's, des Bodens, des Standortes abgeändert. So bringt bei mehreren Holzarten, z. B. bei Eichen, ein geschlossener Stand der Bäume eine dunkelere, ein ganz freier Stand dagegen eine lichtere Farbe des Holzes, als gewöhnlich, hervor. Bäume, welche in nassem Boden stehen und sich in einem krankhaften Zustande befinden, desgleichen die vor Alter absterbenden Stämme, nehmen an ihrem Holze gemeiniglich eine widernatürliche fahle, bräunliche Farbe und Flecken und weißliche oder braunrothe Adern an, indem zugleich das Holz seinen natürlichen Glanz verliert. Der Glanz ist übrigens dem Grade nach bei verschiedenen Holzarten ebenfalls verschieden. Er steht im gewissen Verhältnisse mit der Dichtigkeit des Holzgewebes und der einzelnen Fasern. Je lockerer dasselbe ist, desto weniger glänzend, desto matter pflegt ein Holz zu sein.

Das specifische Gewicht beruht auf der Menge schwerer Bestandtheile, welche der Holzkörper in einem gewissen Volumen enthält. Die reine Holzfaser, die den wesentlichen und Hauptbestandtheil des Holzes

ausmacht, ist beträchtlich schwerer als reines Wasser (wie 150 zu 100). Daher fein zertheiltes Holz, Sägespäne, im Wasser untersinken; wenn dagegen ganze Stücke von unseren einheimischen Hölzern auf dem Wasser schwimmen und also specifisch leichter, als letzteres sind, so geschieht dies deßhalb, weil sie in ihren Poren viel Luft enthalten und dem Wasser eine größere Fläche darbieten. Das eigenthümliche Gewicht des ganzen Holzes ist daher bei unseren einheimischen Holzarten in der Regel weit geringer, als das des reinen Wassers = 100 angenommen, und es vermindert sich in desto stärkerem Grade, je stärker das Holz austrocknet. Das eigenthümliche Gewicht des Holzes ist aber weiter nicht nur bei manchen Baumarten sehr verschieden, sondern verschiedene Holzstücke von ein und der nämlichen Holzart besitzen oft ein sehr abweichendes specifisches Gewicht, was durch folgende Umstände veranlaßt wird: a) durch das Alter des Holzes. Das Knorrholz älterer Stämme ist, in sofern es noch gesund ist, fast immer schwerer, als das jüngere Holz; am leichtesten ist dagegen das Splintholz. Doch kommen auch hier einzelne Abweichungen vor, denn junge Samenbäume und Stangenhölzer von solchen Holzarten, welche in der Jugend langsam wachsen, wie: Buchen, Eichen, Ulmen rc., übertreffen oft in der Schwere das Holz von gleichem und selbst reiferem Alter dicker Stämme, und besitzen zum Theil ein eben so großes eigenthümliches Gewicht, als das gesunde Kernholz des letzteren. Ferner ist das Holz der Aeste an älteren Bäumen meistens leichter als Stammholz; zuweilen aber auch schwerer, wie bei mehreren Nadelhölzern, wegen des reichen Harzgehaltes. b) Boden, Lage, Klima und Standort, worin eine Baumart wächst, veranlassen bald eine Vergrößerung, bald eine Verminderung im specifischen Gewichte des Holzes. Eine Vergrößerung wird begründet durch einen trockenen, mäßig feuchten Boden, hohe, bergige Lage und nördliche Exposition, auch durch geschlossenen Stand, weil unter diesen Verhältnissen das Holz langsamer wächst und schwächere, aber desto dichtere Jahreslagen ansetzt; wogegen nasser Boden ein schwammigeres, leichteres Holz erzeugt, so wie auch im fruchtbaren Erdreiche, in feuchtem Klima und in ebener, niederer Gegend, und besonders auch im freien, isolirten Standorte, wo die Bäume sehr breite Jahresringe ansetzen, ihr Holz im specifischen Gewichte zurückbleibt. c) Die Fällungszeit ist nicht minder von wesentlichem Einflusse. Im Allgemeinen wird angenommen, daß das in der Saftzeit gefällte Holz, selbst nach erfolgtem vollständigen Austrocknen, ein geringeres specifisches Gewicht besitze, als das außer der Saftzeit gehauene, doch soll bei mehreren harten Hölzern, nach H a r t i g, dies nicht der Fall sein. Daß auch mit der weiter fortschreitenden Austrocknung des Holzes das eigenthümliche Gewicht desselben sich vermindere, ist schon oben angedeutet worden; inzwischen steht diese Verminderung nicht im genauen Verhältnisse mit dem Grade des Austrocknens, weil der Umstand, daß das Holz sich, so wie es seine natürliche Feuchtigkeit verliert, zugleich in ein kleineres Volumen zusammen-

zieht, Abweichungen veranlaßt. Endlich erleidet auch das Holz durch das Flößen im Wasser, wo ein großer Theil der darin vorhandenen auflöslichen Stoffe ausgezogen wird, eine bedeutende Verminderung seines eigenthümlichen Gewichtes und zugleich auch seines Volumens; so verlieren Kiefern- und Fichtenholz über $\frac{1}{20}$ ihres Volumens, Eichenholz und andere harte Hölzer beträchtlich weniger; überhaupt sind zur Ausmittelung des eigenthümlichen Gewichtes der Holzarten zahlreiche Versuche gemacht worden, welche jedoch sehr abweichende Resultate liefern. Nach Hartig's Versuchen mit gesundem ausgewachsenen und ganz lufttrockenen Stammholze von verschiedenen Holzarten angestellt, würden letztere in Rücksicht ihres eigenthümlichen Gewichtes in folgender Stufenfolge stehen: Hornbaum $50\frac{3}{4}$, Traubeneiche $46\frac{2}{3}$, Stieleiche $44\frac{3}{4}$, Ahorn $43\frac{1}{2}$, Eberesche und Esche $42\frac{1}{2}$, Birke 41, Buche und Elsebeere 39, Ulme, Kiefer und Weißtanne $36\frac{1}{2}$, Salweide und Roßkastanie $34\frac{3}{4}$, Lärchenbaum und Fichte $31\frac{1}{4}$, Erle 30, Linde 29, Aspe $28\frac{1}{2}$, Pappel 24. Die bei jeder Holzart stehende Zahl deutet das ungefähre Gewicht eines rheinischen Cubikfußes derselben an, in Pfunden nach Frankfurter Schwergewicht. Diesem nach wäre Hornbaumholz die schwerste, Pappelholz die leichteste von den in Untersuchung genommenen Hölzern.

Unter der Dichtigkeit des Holzes wird die Art und Weise verstanden, wie das Holz sein Volumen ausfüllt, wo zwei verschiedene Rücksichten in Betracht kommen: 1) sagt man, daß eine Holzart dichter sei, als andere, in sofern sie vergleichungsweise durch ihren Holzkörper ihr Volumen vollständiger, oder vielmehr gleichmäßiger mit weniger, dem bloßen Auge bemerklichen Zwischenräumen ausfüllt. Eine solche gleichmäßige Dichtigkeit besitzen z. B. das Birnbaum-, Elsebeer- und Lindenholz im hohen, Eichenholz und Pappelholz dagegen im niederen Grade. In einer anderen Rücksicht wird einer Holzart eine größere oder geringere Dichtigkeit zugeschrieben, in sofern sie innerhalb ihres Volumens mehr oder weniger Holzmaterie dem Gewichte nach erhält. In welcher Beziehung also das specifische Gewicht der Holzarten einen annähernden Maßstab giebt. Uebrigens ist der Grad der Dichtigkeit auch selbst bei ein und der nämlichen Holzart verschieden, aus ähnlichen Ursachen, wie sie bei dem eigenthümlichen Gewichte verändernd eintreten und angedeutet worden sind. Auf dem Dichtigkeitsgrade des Holzes beruht großentheils das mehr oder weniger Schwinden oder die Volumsverminderung desselben beim Austrocknen; je lockerer oder weniger dicht eine Holzart ist, desto stärker pflegt sie zu schwinden.

Die Härte des Holzes wird vorzüglich durch die Beschaffenheit der Holzfasern bedingt, durch ihre Structur und Dichtigkeit. Der Grad der Härte kann bestimmt werden durch den Widerstand, den das Holz bei der Bearbeitung schneidenden und anderen Werkzeugen entgegensetzt, oder nach der Schwierigkeit oder Leichtigkeit, womit es von aufschlagenden oder auffallenden schweren Körpern Eindrücke annimmt,

oder endlich, ob es bei Reibungen mit harten Körpern mehr oder weniger gut widersteht und unverletzt bleibt. Die Eigenschaft der Härte ist bei den verschiedenen Holzarten verschiedenen Modificationen unterworfen. Bei manchen Hölzern ist das ganze Gewebe ihrer Fasern von ziemlich gleichmäßigem Härtegrade; bei andern hingegen zeichnen sich gewisse Theile und Fasern vor andern durch größere oder geringere Härte aus. Die gleichmäßige oder ungleichmäßige Härte hat auf die Nutzanwendung der Hölzer wesentlichen Einfluß. Eine Holzart, welche aus harten und weichen Theilen zusammengesetzt ist, widersteht der Reibung, wegen leichter Zerstörung dieser weichern Theile, oft minder gut, als eine andere Holzart, die zwar im Ganzen einen geringeren, aber dagegen gleichmäßigen Härtegrad besitzt. Auch sind die weicheren Theile der Verwitterung und Verwesung früher unterworfen. Außerdem ist aber selbst bei ein und der nämlichen Holzart die Härte verschiedenen Modificationen unterworfen, indem Boden, Lage, Klima, Alter und Fällungszeit des Holzes auf Verminderung oder Vermehrung der Härte ähnlichen Einfluß haben, wie beim specifischen Gewicht und der Dichtigkeit, welche beide Eigenschaften mit der Härte in enger Beziehung stehen. So z. B. haben Bäume, welche einzeln und an Bergabhängen stehen, in der Regel härteres Holz, als die im geschlossenen Stande aufwachsenden; einen ähnlichen Erfolg veranlaßt eine südliche Lage; jedoch ist zu bemerken, daß bei den meisten Holzarten die Härte durch das Austrocknen bedeutend zunimmt, wogegen dadurch das eigenthümliche Gewicht sich vermindert. Viele Hölzer lassen sich im frischen, saftigen Zustande mit schneidenden Werkzeugen bearbeiten, nach dem Austrocknen dagegen nur schwierig.

Die einheimischen Holzarten können nach den verschiedenen Graden der ihnen beiwohnenden Härte, in vier Klassen eingetheilt werden: a) sehr harte: Kornelkirschbaum, Hornbaum, Schlehendorn, Taxus, Weißdorn, Elsebeer, Birn- und Apfelbaum; b) harte: Eiche, Buche, Ulme, Ahorn, Acacie, Eberesche, Süß- und Sauerkirsche, Pflaume, Lärche, Birnbaum, Holunder, Nußbaum; c) mittelharte: Birke, Erle, Kiefer und d) weiche: Aspe, Pappel, Weide, Kastanie, Fichte und Tanne.

Von der Härte in Verbindung mit der Dichtigkeit und den Graden und Verhältnissen dieser Eigenschaften, hängt zugleich auch das Verhalten eines Holzes bei der Bearbeitung und bei dem Poliren gar sehr ab. Eine Holzart, welche eine gleichförmige Härte und Dichtigkeit besitzt, läßt sich eben und regelmäßig bearbeiten, und nimmt zugleich eine gute Politur an, falls jene Eigenschaften ihr in hohem Grade beiwohnen. Die Härte ist bei vielen technischen Benutzungen der Hölzer ein wesentliches Erforderniß.

Die Festigkeit der Hölzer wird durch den Grad des Zusammenhanges der einzelnen Theile des Holzes bestimmt. Sie wird durch die Kraft gemessen, welche erforderlich ist, um den Zusammenhang des Holzkörpers aufzuheben. Da das Holz kein ganz homogener Körper

ist, sondern aus verschiedenartig gebildeten und auf verschiedene Weise verbundenen Fasern besteht, so ist auch der Zusammenhang oder die Festigkeit nicht in jeder Richtung gleich stark. In technischer Hinsicht ist es vorzüglich wichtig, den Grad der Festigkeit verschiedener Holzarten zu bestimmen, in so fern die Kraft, welche den Zusammenhang des Holzes aufheben soll, entweder a) nach der Längenlinie des Stammes, z. B. durch Zerreißen wirkt; b) oder durch einen Druck, in senkrechter Richtung, welcher Fall beim Bergbau bei senkrechten Stempeln vorkommt; c) oder wenn die Kraft das Zerbrechen der Hölzer, z. B. bei horizontalem Unterzug, durch eine Winkelbewegung der sich trennenden Theile bewirkt. Ueber die Festigkeit der Holzarten unter diesen verschiedenen Verhältnissen sind zwar viele Versuche angestellt worden, die inzwischen noch zu keinen ganz sicheren Resultaten führten, deshalb, weil selbst bei einer und derselben Holzart der Grad der Festigkeit nach dem Alter des Holzes, nach Boden, Lage und Klima, wo es erwachsen, und nach anderen Umständen, ähnlichen Verschiedenheiten unterworfen ist, wie in Rücksicht des eigenthümlichen Gewichts oben ausführlich gezeigt wurde. Daher die Holzarten vor der Hand nach obigen Festigkeitsverhältnissen im Allgemeinen in vier Klassen eingetheilt werden können: a) sehr feste: Wachholder, Kornelkirschbaum, Taxus, Hartriegel, Apfelbaum; b) feste: Eiche, Buche, Ulme, Esche, Masholder, Nußbaum, Eberesche, Elzebeere, Birke, Lärche; c) mittel feste: Erle, Aspe, Pappel, Kiefer, Tanne, Fichte; d) wenig feste: Weide, Kastanie, Linde.

Die Zähigkeit wohnt dem Holze bei, in so fern sich dessen Theile durch äußere Gewalt mehr oder weniger biegen lassen, ohne ihre Form und ihren Zusammenhang zu verlieren. Der Gegensatz von Zähigkeit ist Sprödigkeit. Nach dem Grade der Zähigkeit lassen sich die Holzarten nach allgemeinen forsttechnischen Gesichtspunkten in folgende vier Klassen theilen: a) sehr zähe: Wachholder, Hagedorn, Kornelkirsche, Taxus, Schlehendorn, Haselnuß, Masholder; b) zähe: Ulme, Esche, Birke, Acacie, Lärchenbaum, Eberesche, Apfelbaum, Weide, Tanne; c) mittel zähe: Esche, Buche, Ahorn, Erle, Aspe, Pappel, Birnbaum; d) nicht besonders zähe: Kiefer, Fichte, Linde, Kastanie. Uebrigens bleibt sich die Zähigkeit bei einer und der nämlichen Holzart nicht gleich, sondern ist ähnlichen Modificationen unterworfen, wie die Dichtigkeit und andere physische Eigenschaften. So z. B. ist reifes Holz und gesundes meist zäher, als Splintholz und oft auch als Kernholz, welches bei alten Stämmen nicht selten Sprödigkeit annimmt. Eben so ist das Holz junger Samenbäume in der Regel zäher, als das Holz älterer Stämme, z. B. bei Eichen, Buchen, Fichten, Weiden. Im Herbst findet man das Holz zäher, als im Sommer; am sprödesten ist es bei Frost. Im frischen, saftigen Zustande hat es einen höheren Zähigkeitsgrad, als im ausgetrockneten. Viele Holzarten bekommen auf nassen Standorten ein brüchigeres Holz. Die Zähigkeit des Holzes ist übrigens eine Eigenschaft, welche bei vielen technischen Nutzan-

wendungen sehr in Betracht kommt, z. B. bei Flechtwerk, bei Wagner- und andern Arbeiten, wo das Holz beim Gebrauche starken Biegungen und Stößen ausgesetzt ist.

Elasticität besitzt das Holz, in sofern dasselbe, wenn es durch eine Kraft gebogen wurde, beim Nachlassen der letzteren, die vorige Lage seiner Theile wieder annimmt. Die Elasticität steht weder mit der Schwere und Dichtigkeit, noch mit der Festigkeit der Hölzer in bestimmter Verbindung, denn höhere Grade dieser Eigenschaften finden sich eben sowohl bei lockeren, als bei festen und zähen Holzarten; sie scheint vielmehr auf einer eigenen Art von Verbindung der Holzfasern zu beruhen. Da bis jetzt die, den verschiedenen Holzarten eigenthümlichen Grade der Elasticität noch nicht auf ganz zuverlässige Art durch Versuche festgestellt worden, so theilen wir jene vor der Hand in Bezug auf Elasticität in drei Klassen: a) sehr elastische: Tanne, Fichte, Taxus, Lärche, Ahorn, Wachholder; b) mittel elastische: Eiche, Buche, Erle, Birke, Ulme, Esche, Kiefer; c) wenig elastische: Birnbaum, Linde, Weide, Kastanie. Die Elasticität ist übrigens bei der nämlichen Holzart, nach verschiedenen Umständen, ähnlichen Modificationen unterworfen, wie dieses in Rücksicht anderer physischen Eigenschaften stattfindet. So ist bei vielen Holzarten das Holz junger Stämme elastischer, als das Holz alter, wie bei der Eiche. Auf nassem Boden gewachsenes Holz ist in der Regel weniger elastisch, als das nämliche Holz, welches von mehr trocknem Boden abstammt. Auch die Elasticität kommt beim technischen Gebrauche des Holzes häufig in Betracht, wie in der Baukunst bei horizontal und freiliegenden Balken, bei Wagnerhölzern, beim Maschinenbau ꝛc.

Spaltigkeit besitzt das Holz, in sofern es sich durch keilförmige Instrumente der Länge nach, ohne große Schwierigkeit oder leicht, glatt und regelmäßig trennen und in Stücke zerlegen läßt. Der Grund der Spaltigkeit liegt darin, daß die Holzfasern der Länge nach fester zusammenhängen, als seitwärts in der Richtung der Spiegelfasern, und zugleich einen gewissen Grad von Elasticität und Härte besitzen; daher unelastische, brüchige und weiche Hölzer schlecht spalten. Der gerade Wuchs der Längenfibern befördert ebenfalls die Spaltigkeit und insonderheit das gerade Spalten bei wellenförmig gebogenen Längenfasern (wie am Ahorn- und Pappelholze); das Spalten erfolgt weniger regelmäßig und die Spaltstücke haben keine ebenen, sondern wellenförmige Oberflächen. In Rücksicht der Spaltbarkeit theilen wir die Hölzer in gut und leichtspaltige, wie die Fichte, Tanne, Kiefer, Masholder, Lärche; in mittelmäßig gut spaltige, wie: Eiche, Buche, Elze, Erle, Esche, Weide; und in schwer oder unregelmäßig spaltige, wie: Ulme, Birnbaum, Birke, Pappel, Ahorn. Die Spaltigkeit ist ebenfalls bei der nämlichen Holzart mancherlei Modificationen unterworfen. Am besten spaltet in der Regel dasjenige Holz, welches im geschlossenen Stande erwachsen ist, das von isolirt gestandenen Stämmen hingegen desto schlechter. Holz mit gewundenen Fibern, kernschäliges,

kernrissiges, desgleichen anbrüchiges Holz spalten schlecht. Das letztere bricht, ohne sich der Länge nach zu trennen, leicht seitwärts aus. An dem nämlichen Baume spaltet in der Regel das Holz des Stammes besser, als das der Aeste und Wurzeln.

Die hygroskopischen Verhältnisse des Holzes haben bei der Nutzanwendung desselben oft sehr wesentlichen Einfluß. Daß der Wassergehalt des Holzes in seinem frischen Zustande, bis zu seiner vollständigen Austrocknung, sehr verschieden sein kann, ist bereits oben gezeigt worden. Inzwischen ist noch zu bemerken, daß vollständig ausgetrocknetes Holz, wenn es der atmosphärischen, mit Wasserdunst geschwängerten Luft ausgesetzt wird, sehr bald von Neuem Feuchtigkeit wieder anzieht und dadurch nach Beschaffenheit der Holzart und der Witterung 10—20 % am Gewicht wieder zunimmt. Selbst die reine Holzfaser besitzt schon diese Eigenschaft, noch mehr aber ist sie dem Holze eigen, in dessen Gefäßen sich noch die eingetrockneten Bestandtheile des Holzsaftes vorfinden, da diese zum Theil noch mehr, als die Holzfaser selbst, hygroskopische Empfänglichkeit besitzen. Dieses ist die Ursache, daß das Holz beständig, nach Maßgabe der Temperatur und Feuchtigkeit der atmosphärischen Luft, seinen Gehalt an Wässerigkeit verändert, indem es bei trockner Luft einen Theil der ihm beiwohnenden Wässerigkeit fahren läßt; aber wenn es in den Zustand der höchsten Lufttrockenheit versetzt ist, in feuchter Luft von Neuem Feuchtigkeit wieder annimmt; und da mit der Zunahme der Feuchtigkeit im Holze eine Ausdehnung seines Volumens, mit der Verminderung der Wässerigkeit eine Zusammenziehung desselben in einen engeren Raum verknüpft ist, so werden dadurch, mit Einwirkung anderer physischen Eigenschaften, der eigenthümlichen Structur und der chemischen Mischung der Holzarten, verschiedene Erscheinungen begründet, welche am Holze häufig wahrgenommen werden, namentlich das Schwinden, Werfen und Reißen, welche um so mehr eine genaue Erörterung verdienen, da sie bei den technischen Nutzanwendungen der Hölzer von sehr wesentlichem Einflusse sind. Unter Schwinden des Holzes wird im Allgemeinen die Verminderung seines Volumens beim Austrocknen verstanden. Dieser Erscheinung ist das Schwellen entgegen gesetzt oder die Ausdehnung des Volumens, welche erfolgt, wenn trocknes Holz Feuchtigkeit oder Wasser in seine Poren aufnimmt. Das Werfen oder Krummziehen des Holzes erfolgt, wenn es statt der gehabten geraden und regelmäßigen Richtung eine krumme und unregelmäßige annimmt. Das Aufreißen des Holzes findet statt, wenn beim Austrocknen der Holzkörper größere oder kleinere Längen- oder Querrisse erhält. Das Schwinden, Werfen und Reißen wird vorzüglich durch folgende Verhältnisse der Structur und physischen Beschaffenheit des Holzes bedingt: a) daß die Holzfasern, besonders die der Länge des Stammes nach laufenden, die Eigenschaft haben, sich beim Austrocknen der Länge nach zu verkürzen und noch mehr in der Richtung der Dicke des Stammes in einen engeren Raum zusammenziehen; b) daß bei den

meisten Holzarten die äußeren, gegen die Rinde zu befindlichen lockern Splint- und jüngeren Holzlagen mehr Saft enthalten und sich beim Austrocknen stärker zusammenziehen, als die innern, mehr gegen den Kern zu liegenden Holzlagen; c) daß die Cohärenz des Holzkörpers im Allgemeinen nach der Richtung der Spiegelfasern (Radien) am schwächsten ist, während am gesunden Holze die Holzfasern der Länge des Stammes nach und auch die verschiedenen Jahreslagen unter einander viel fester zusammenhängen; daher nach der Richtung der Radien das Holz am leichtesten spaltet und Risse bekommt. Durch die unter a, b, c angeführten Eigenschaften des Holzkörpers werden nun die Erscheinungen des Schwindens, Werfens und Reißens in folgenden Wegen begründet. Das Schwinden beruht vorzüglich auf a. Eine Folge davon ist, daß Tischler- und andere Arbeiten, welche aus nicht gehörig trocknem Holze angefertigt werden, in ihren einzelnen Theilen nicht mehr an einander schließen und passen, wenn das Holz durch das Austrocknen sich in einen engern Raum zusammenzieht (schwindet) — wogegen wieder trocknes Holz, wenn es in Folge aufgenommener Feuchtigkeit schwillt, andere Mißverhältnisse herbeiführt (als das Verquellen der Fenster und Thüren). Beim Werfen oder Krummziehen kommen alle obigen Verhältnisse a, b und c ins Spiel. Es erfolgt mit verschiedenen Modificationen und unter verschiedenen Bedingungen; beim Aufreißen treten ebenfalls die unter a, b und c, erwähnten Verhältnisse sämmtlich ein. Die verschiedenen Hölzer sind beim Austrocknen jedoch nicht im gleichen Grade zum Schwinden, Werfen und Reißen geneigt. Die dichteren und weniger wässerige Theile enthaltenden Holzarten, wie Eschen, Birnbaum, Buchenholz, schwinden im Allgemeinen nicht stark, als die poröseren und mehr wässerigen Saft enthaltenden, wie Linden- und Pappelholz, weil an letzteren Holzarten, nach Verdunstung der Wässerigkeit aus den weiten Poren, die Holzfasern sich nun um so mehr nähern können. Die verschiedenen Grade des Werfens und Aufreißens, welche bei den verschiedenen Holzarten wahrgenommen worden, haben vorzüglich in folgenden Verhältnissen ihren Grund: in dem höheren oder niederen Grade der Dichtigkeit. An solchen Holzarten, wo das Kern- und reife Holz beträchtlich dichter ist, als die jüngeren Holzlagen (wie bei Kiefern, Fichten, Eichen rc.) und diese zugleich eine weit stärkere Zusammenziehung beim Austrocknen erleiden, erfolgen im Allgemeinen zahlreichere und größere Risse und Verwerfungen, als an solchen Holzarten, an denen das ältere und jüngere Holz, an Dichtigkeit und Feuchtigkeitsgehalt nicht sehr verschieden sind, wie bei vielen leichten Holzarten, als Linden, Erlen, Aspen, Weiden es der Fall ist, die auch darum weniger reißen, weil wegen der weiteren und zahlreicheren Poren die wässerigen Theile schneller und gleichförmiger verdunsten. Ferner aber auch in dem Bau der Fasern und in der Structur des Holzkörpers. Holzarten mit vielen und breiten Spiegelfasern, wie Eichen, Buchen, Eschen, sind dem Aufreißen mehr unterworfen, als andere von entgegengesetzter Beschaffenheit, und an denen die Holzfasern

in der Richtung der Radien, wegen wimmerigen Wuchses (wie bei Ahorn, Pappel), fester und inniger verbunden sind. Endlich ist aber auch nicht bei allen Stämmen ein und derselben Holzgattung die Neigung zum Reißen, Werfen und Schwinden gleich stark, im Gegentheil nach Beschaffenheit des Bodens, der Lage, des Klimas und anderer Verhältnisse manchen Abweichungen unterworfen. Das auf nassem oder auf thonigem, schwerem Boden erwachsene porösere Holz von Eichen und anderen Baumarten ist dem Reißen und Werfen viel weniger ausgesetzt, als das auf angemessenem Boden gewachsene, dichtere und festere Holz, was darin seinen Grund hat, daß dieses Holz bei weitem mehrere und größere Poren und in diesen nicht in dem Maße die firnißartig glänzenden, fixen Saftbestandtheile hat, wie das gewöhnliche Eichenholz, wodurch der eben erwähnte Einfluß jener Bestandtheile auf das Reißen des Holzes noch mehr Bestätigung erhält.

Der Zeitraum, wie lange das gefällte Holz seiner Natur nach und unter gewissen äußeren Verhältnissen sich im gesunden, unveränderten Zustande erhält, bis zu dem Zeitpunkte, wo es anfängt in Verderbniß überzugehen, wird mit dem Ausdrucke „Dauer des Holzes" bezeichnet. Diese Dauer ist verschieden, von der Lebensdauer eines Baumes, die mit dem Keime beginnt und mit dem Tode endigt. Die Erscheinungen der anfangenden und fortschreitenden Verderbniß des gefällten und verarbeiteten Holzes sind zwar nach Umständen verschieden, in den meisten Fällen nimmt aber die Verderbniß und Zerstörung des Holzes folgenden Gang. Nach dem Fällen des Stammes hört der Organismus, die Lebenskraft bald auf, wirksam zu sein, und der Holzkörper tritt nun unter den Einfluß rein chemischer Kräfte, durch welche unter begünstigenden Umständen die Zersetzung eingeleitet wird. Der Hauptbestandtheil des Holzkörpers, die eigentliche Holzfaser, ist einer zweckwidrigen Veränderung und Verderbniß nicht leicht unterworfen. Sie kann sich unter günstigen Verhältnissen, wie an trockenen Orten, Jahrhunderte lang erhalten, ohne eine merkliche Veränderung ihrer Constitution zu erleiden, und nur an der ursprünglichen Festigkeit und Elasticität pflegt ein sehr altes, aber noch gesundes Holz etwas zu verlieren. Die Saftgefäße des Holzkörpers mit ihrem Inhalte sind vorzüglich und zuerst für die Verderbniß empfänglich. Die extractiven und schleimigen Bestandtheile jenes Holzsaftes sind nämlich unter dem Einflusse von Feuchtigkeit und Wärme geneigt, in eine Art von Gährung überzugehen, bei deren Fortschreiten endlich die Holzfasern selbst mit angegriffen werden. Diese erste Stufe der Verderbniß wird mit dem Namen des Stockens belegt; in Folge davon ändert sich die Farbe auf eine widernatürliche Weise, und die Verbindung der Holzfasern und die davon abhängenden Eigenschaften der Härte, Festigkeit und Zähigkeit werden geschwächt. Stufenweise, schneller oder langsamer, je nachdem die äußeren Umstände mehr oder weniger förderlich sind, schreitet dann die Verderbniß im Holze weiter fort. Das Holzgewebe wird immer loser; alle guten Eigenschaften, die das Holz im gesunden

Zustande schätzbar machen, gehen nach und nach verloren, bis dasselbe endlich allen Zusammenhang verliert und in eine mürbe, zerreibliche Substanz — Moder oder Holzerde — aufgelöst wird. Nach Verschiedenheit der Umstände, nach der höheren oder der niederen Stufe der fortschreitenden Verderbniß, wird diese hin und wieder mit verschiedenen Namen belegt, wie Weißfäule, Rothfäule, Trockenmoder. Splint und junges Holz zeigen sich weniger dauerhaft, als reifes Holz. Nebenbei ist auch die Behandlung der Hölzer beim Fällen und nachher von wesentlichem Einflusse.

Die Brennbarkeit des Holzes wird die größere oder geringere Leichtigkeit benannt, mit welcher man nicht nur Hölzer anbrennen kann, sondern mit welcher sie auch zu brennen fortfahren; dieselbe beruht theils auf der chemischen Zusammensetzung, theils auf der Porosität des Holzes — die Flammbarkeit desselben aber beruht auf der Entwickelung von Gasarten; diejenigen Hölzer, welche das meiste Wasserstoffgas entwickeln, sind jederzeit auch die flammbarsten. Bei der Verbrennung entwickeln die Hölzer Wärmeeffect — Heizkraft — d. h. sie entwickeln bei der Verbrennung Wärme, welche man sowohl ihrer Menge, als ihrem Grade nach, abmessen kann. Man theilt den Wärmeeffect in absoluten, specifischen und pyrometrischen ein. Der erstere ist diejenige Wärmemenge, welche bei einem gewissen gewogenen Quantum Holz entwickelt wird; man pflegt dieselbe darnach zu bestimmen, womit sie eine bestimmte Wassermenge von 0 ° bis zu 100 ° C. erhitzt; man bedient sich zu dieser Bestimmung des Rumford'schen Apparats, und hat gefunden, daß 1 Gewichtstheil lufttrockenes Holz 36, und 1 Gewichtstheil Holz mit 20 % Feuchtigkeit, 27 Gewichtstheile Wasser von 0° bis auf 100° C. erhitzt. Der absolute Wärmeeffect des Wasserstoffes ist gerade 3 Mal so groß, als der des Kohlenstoffes, oder ein Gewichtstheil Wasserstoff braucht zu seiner Verbrennung gerade 3 Mal so viel Sauerstoff, als ein Gewichtstheil Kohlenstoff. Der specifische Wärmeeffect des Holzes wird durch diejenige Wärmemenge dargestellt, welche dasselbe, seinem Volumen nach, bei seiner Verbrennung entwickelt; daher findet man den specifischen Wärmeeffect ganz einfach dadurch, daß man den absoluten Wärmeeffect mit dem specifischen Gewichte des Holzes multiplicirt; der pyrometrische Wärmeeffect des Holzes wird durch den, bei seiner vollständigen Verbrennung entwickelten Wärmegrad ausgedrückt. Im Allgemeinen ist die Brennbarkeit und Flammbarkeit der weichen Hölzer größer, als die der harten Hölzer, und von den weichen Hölzern sind es wieder die Nadelhölzer, die vermöge ihres Harzgehaltes am leichtesten an- und fortbrennen. Von Winkler, Schübler, Neufer und Karmarsch, sowie in Gehler's physikalischem Wörterbuche sind viele Tabellen über diese Gegenstände mitgetheilt worden; wir führen hier einige Tabellen aus der Wärmemeßkunst von Schinz an, die noch weniger bekannt sind.

Ueber den Aschengehalt verschiedener Holzarten nach Untersuchungen von Berthier:

Eiche	2,5 %	Asche
Eichenrinde . .	6,0 %	„
Linde	5,0 %	„
Birke	1,0 %	„
Tanne	0,83 %	„
Maulbeerbaum .	1,60 %	„
Haselnuß . . .	1,57 %	„

Da das Holz gewöhnlich nach dem Volumen verkauft, der theoretische Nutzeffect hingegen nach dem Gewichte bestimmt wird, so ist es für die Praxis von Wichtigkeit, das specifische Gewicht der verschiedenen Holzarten zu kennen. Auch hierüber hat Schinz eine Tabelle mit VI Columnen zusammengestellt und in I und II die Angaben von Hartig, III die von Werneck, IV von Winkler, V von Muschenbroek und VI von Karmarsch wie folgt, S. 89 aufgestellt:

Das specifische Gewicht verschiedener Holzarten, Wasser = 1.

	I. frisch gefällt	II. lufttrocken	III. stark getrocknet	IV. stark getr.	V.	VI.
Eiche . .	1,0754	0,7075	0,6441	0,663	0,929	—
Rothbuche.	0,9827	0,5907	0,5422	0,560	0,852	0,752
Birke . .	0,9012	0,6274	0,5699	0,598	—	0,738
Erle . .	0,8571	0,5001	—	0,443	0,800	0,538
Lärche . .	0,9205	0,4735	—	0,441	—	0,565
Weißtanne	0,9841	0,5550	0,4205	0,434	—	0,763
Fichte . .	0,8699	0,4716	0,3838	0,435	—	—
Ebenholz .	—	0,2260	—	—	—	—
Esche . .	0,9036	0,6440	0,6137	0,619	0,734	0,670
Linde . .	0,8170	0,3490	0,3480	0,431	0,604	0,559
Roßkastanie	0,8614	0,5749	—	—	—	0,551

Nach mehrmaligen Messungen ist das Gewicht von 108 Kubikfuß Buchenholz 22 Centner; daraus berechnet sich 1 Kubikfuß in größeren Spalten geschichtetes Holz, lufttrocken, auf 20,4 Pfund. Bei gleicher Dicke der Spalten würde daher nach den Angaben der Columne 2 nach Schinz 1 Kubikfuß wiegen:

von Eichenholz	= 24,2	Pfund
„ Buchenholz	= 20,4	„
„ Birkenholz	= 21,8	„
„ Erlenholz	= 17,9	„
„ Lärchenholz	= 16,2	„
„ Tannenholz	= 19,0	„
„ Fichtenholz	= 16,3	„
„ Kiefernholz	= 19,0	„
„ Eschenholz	= 22,1	„
„ Lindenholz	= 15,2	„
„ Kastanienholz	= 19,6	„

Petersen und Schübler haben die im gewöhnlichen Verkehre vorkommenden Holzarten einer genauen Elementar-Analyse unterworfen,

deren Ergebnisse in Verbindung mit den daraus folgenden Berechnungen des theoretischen Nutz-Effectes in umstehender Tabelle enthalten sind. Alle Analysen wurden mit künstlich getrocknetem Holze vorgenommen, ohne auf den Aschengehalt desselben Rücksicht zu nehmen, was einen kleinen Fehler ausmacht.

Alle Autoren stimmen darin überein, daß sie dem Lindenholze den größten Werth beilegen; bei anderen Hölzern sind sie weniger übereinstimmend, was in der verschiedenen Trockenheit des untersuchten Holzes zu suchen ist, namentlich wird Ulmen- und Eichenholz von geringerem Werthe angegeben, und dieses sind die beiden Holzarten, die am wenigsten leicht trocknen. Je nach dem Umfange, der Intensität und dem speciellen Zwecke einer Feuerung, ist die Wahl des Brennmateriales von Wichtigkeit. Poröse Holzarten, wie Tannen- und Fichtenholz, welche viel Wasserstoff enthalten, geben eine weit ausgebreitetere Flamme und verbrennen viel schneller, als harte Hölzer, welche bei langsamerem Verbrennen mehr intensive Hitze entwickeln. Durch Form und Ausdehnung des Herdes, so wie durch Regulirung des Luftzuges kann der Verbrennungsprozeß theilweise modificirt werden.

IV. Vorbereitung des Holzes zur Anwendung als Brennmaterial.

Wenn man bloß auf ein günstiges Resultat der Verkohlung Rücksicht nimmt, so fällt man sowohl das Nadel- als das Laubholz am besten in den Monaten Januar, Februar und März, weil zu dieser Zeit der vorjährige Saft sich schon mehr in Holz verwandelt hat und der neue Saft noch nicht in den Stamm getreten ist; das in diesen Monaten gefällte Holz ist der Fäulniß und dem Verstocken am wenigsten ausgesetzt und trocknet am leichtesten. Am besten ist es, den ganzen Baum mit seinen Wurzeln auszuroden, oder ihn so tief als möglich in seinem Stamme abzuscheiden; das Abhauen ist wegen des großen Verlustes an Spänen ganz zu verwerfen; werden die Stämme mit der Säge abgeschnitten, dann müssen die Wurzelstöcke besonders gerodet werden; man nennt das auf letztere Art gewonnene Holz Stockholz; wenn man in den drei ersten Monaten das Stamm-Holz gefällt und aufgearbeitet hat, so muß man sofort in den folgenden Monaten zum Ausroden und Aufarbeiten der Stöcke schreiten. Der gefällte und ausgeästete Baum wird nun in Scheite von 4 — 6 Fuß seiner Länge nach zersägt; noch längere Scheite lassen sich nicht so gut handhaben und auch besonders in den oberen Schichten des Meilers nicht so bequem aufsetzen; zu kurze Scheite veranlassen ebenfalls mehr Mühe beim Aufsetzen der Meiler, auch entstehen dann in letzterem leicht zu viel nachtheilige leere Räume.

Die zersägten Holzstücke werden hierauf in 2 — 6 Scheite gespalten, die Breite oder Stärke der Scheite darf nicht wohl über 8 Zoll und nicht unter 3 Zoll sein; stärkere Scheite kohlen nicht gut aus, während schwächere zu viel leere Zwischenräume in dem Meiler lassen. Die allgemeine Bestimmung über die Stärke des Holzes würde

Name der Holzarten.	Kohlenstoff-Gehalt in 1,0000 Theilen.	Wasserstoff-Gehalt in 1,0000 Theilen.	Sauerstoff-Gehalt in 1,0000 Theilen.	Wasserstoffmenge, die es bedarf, um den O zu sättigen.	Bleibt Wasserstoff-Ueberschuß.	Wärme, entwickelt aus überschüssigem Wasserstoff, H × 34000.	Wärme, entwickelt aus Kohlenstoff. C × 8000.	Theoretischer Nutzeffekt.
Lindenholz	0,49408	0,06861	0,43731	0,05466	0,01395	374	3953	4307
Buchenholz	0,48533	0,06301	0,45166	0,05646	0,00655	223	3883	4106
Ulmenholz	0,50186	0,06425	0,43389	0,05424	0,01001	340	4015	4355
Eichenholz	0,49595	0,06069	0,44499	0,05563	0,00506	172	3968	4140
Eschenholz	0,49356	0,06075	0,44569	0,05571	0,00504	171	3948	4119
Ahorn	0,49803	0,06307	0,43890	0,05486	0,00821	279	3984	4263
Rothbuchenholz . .	0,48184	0,06277	0,45539	0,05692	0,00585	199	3855	4054
Fichtenholz	0,49591	0,06384	0,44025	0,05503	0,00881	299	3967	4266
Erlenholz	0,49196	0,06217	0,44587	0,05573	0,00644	219	3936	4155
Apfelbaumholz . . .	0,48902	0,06267	0,44831	0,05606	0,00661	225	3912	4137
Tannenholz	0,49937	0,06250	0,43813	0,05477	0,00773	263	3995	4258
Birnbaumholz . . .	0,49395	0,06351	0,44254	0,05532	0,00819	278	3952	4230
Weide	0,48839	9,06360	0,44801	0,05600	0,00760	258	3907	4165
Pappel	0,49699	0,06312	0,43989	0,05499	0,00813	276	3976	4252
Birkenholz	0,48602	0,06375	0,45023	0,05628	0,00747	254	3888	4142

die sein: daß man die Scheite von 6 Zoll Stärke ein Mal, starke Stämme in Viertel und schwache in Hälften spalten müsse; übrigens braucht man sich nicht zu ängstlich an diese Vorschrift zu halten, weil es bei der Aufsetzung eines Meilers von Vortheil ist, stärkeres und schwächeres Holz zugleich zu haben, indem man ersteres dahin mit Vortheil bringt, wo das Feuer am stärksten wirkt, letzteres hingegen dahin, wo das Feuer weniger Gewalt hat; auch kann man die Meiler viel dichter zusammen richten, wenn man starkes und schwaches Holz zur beliebigen Auswahl hat. Zur Aufsetzung der oberen Schichten des Meilers und der Haube werden auch kleinere, 2 — 3 Fuß lange Scheite, häufig aus dem krumm gewachsenen Astholz verwendet, das man auch zum Ausfüllen leerer Räume im Meiler zuweilen benutzen kann.

Das cylinderartige, runde, ungespaltene Holz giebt festere und schwerere Kohlen als das gespaltene; dahingegen trocknet das gespaltene Holz besser aus und bedarf deshalb zu seiner Verkohlung weniger Hitze, als das ungespaltene runde Holz, da die äußeren Holzfasern stets dichter sind als die inneren. Um das runde Holz durchzukohlen, muß ein höherer Hitzgrad erzielt werden; deßhalb darf man nicht absichtlich bloß runde Hölzer verkohlen, sondern thut besser, die stärkeren ein Mal zu spalten, wenn man die Meiler aufsetzt. Vortheilhafter ist es, die runden Knüppelhölzer ungespalten in Klaftern anzukaufen, da mehr Holzmasse in denselben steckt, als in den gespaltenen Klaftern. Das Stock- und Wurzelholz wird in weniger regelmäßiger Form verfertigt, indem man es nehmen muß, wie es die Natur hergiebt; die stärkeren Stöcke werden ebenfalls gespalten, doch bleiben immer noch viele starke Klüfte, die ganz eingesetzt werden müssen, weil ihr Zerspalten in kleinere Theile unverhältnißmäßige Kosten verursachen würde. Zuweilen wird auch dünneres Ast- und Reisigholz mit in Meilern verkohlt. Es wird in 3 — 4 Fuß lange und $1\frac{1}{2}$ Fuß starke Bunde zugerichtet; sie dürfen jedoch nicht sperrig sein, weil sonst der Meiler zu viel leere Räume bekommen würde. Reisigholz und Knüppelholz verkohlt man jedes für sich allein und nicht in Vermischung mit Scheit- oder Stockholz; letztere beiden Sorten kann man ebenfalls mit einander verkohlen. Beim Verkohlen des Stockholzes erhält man ein besseres Kohlenausbringen, wenn man Scheitholz mit zum Ausfüllen der Zwischenräume benutzt, als wenn man es ganz für sich verkohlt.

Das aufgearbeitete Brenn- und Kohlholz wird hierauf in Klaftern aufgesetzt; es ist für das Austrocknen desselben von großem Vortheil, den Klaftern eine Unterlage von schwachen Stangen zu geben. Die Dimensionen oder der kubische Inhalt sind in den verschiedenen Ländern verschieden. Beim Aufsetzen des Holzes ist vorzüglich darauf zu sehen, daß selbiges möglichst auf trockene, erhabene Stellen, dem größten Luftzug preisgegeben, aufgesetzt wird; das aufzusetzende Stockholz muß gehörig von der daran hängenden Erde gereinigt werden;

auch sind alle leeren Räume beim Aufklaftern möglichst zu vermeiden, und ist darauf zu sehen, daß die Holzmacher nicht Scheite von geringerer Länge in solche leere Räume legen, um sie dadurch auf betrügerische Weise zu verbergen. Beim Abnehmen der Klaftern von den Arbeitern muß man bei an Abhängen stehenden Klaftern zur Bestimmung der richtigen Höhe derselben nicht die senkrechte Höhe gegen die horizontale Fläche, sondern die senkrechte Höhe gegen den Abhang messen.

Was die innere Qualität des Kohlholzes anlangt, so ist das nasse Holz nachtheilig zum Verkohlen, weil ein Theil der bei der Verkohlung entwickelten Wärme zur Verdampfung des Wassers aus dem Holze verwendet werden muß, und deßhalb nichts zur Verkohlung des Meilers beitragen kann; es erfolgt auch durch das Eintrocknen und das starke Brennen des feuchten Holzes ein stärkeres Schwinden im Meiler, als bei trocknem Holze, wodurch unnöthiges Nachfüllen veranlaßt wird. Das Flößen der Kohlhölzer bringt zwar hinsichtlich der Transportkosten vielen Vortheil, doch das Holz selbst leidet durch langes Liegen im Wasser zu sehr an seiner Güte; 24 — 30 Stunden kann das Holz ohne Nachtheil im Wasser liegen, aber nicht länger, und man thut wohl, dasselbe vor der Verkohlung wieder aufzustellen und gehörig austrocknen zu lassen. Ist das Holz hingegen gar zu dürre, so nimmt, besonders bei stürmischer Witterung, die Feuersgluth im Meiler überhand, was ebenfalls Kohlenverbrand und Verlust nach sich zieht.

Zur Erreichung einer angemessenen Austrocknung des Kohlholzes ist es daher rathsam, wenn die dazu bestimmten stärkeren Stämme, die den Sommer gekohlt werden sollen, den Winter vorher gehauen werden, was in moorigem und sumpfigem Boden ohnedieß unerläßlich ist; auch giebt das im Winter gehauene Holz brennstoffreichere Kohlen, nur muß es an luftigen, der Sonne und den Winden ausgesetzten Orten aufgestellt werden; in feuchten geschlossenen Beständen aufbewahrt, kann alles Brenn- und Kohlholz durch verhindertes Austrocknen leicht stockig werden, wo es dann eine schlechte Kohle giebt. Es lassen sich im Allgemeinen über die zweckmäßige, zum Austrocknen nöthige Zeit der Brenn- und Kohlhölzer folgende Regeln aufstellen. Für Nadelholz bringt es keinen Nachtheil, wenn solches selbst ein ganzes Jahr steht, das Laubholz hingegen muß in demselben Jahre, in welchem es gehauen worden, auch verkohlt werden. Vorzüglich ist das Rothbuchen-, Birken- und Erlenholz der Stockung und Fäulniß leicht unterworfen, wenn selbiges dem Wetter ausgesetzt ist, und muß daher bald verkohlt werden, dahingegen Eichen-, Weißbuchen- und Ulmenholz von längerer Dauer ist. Ist das Kohlholz zu lange Zeit der Witterung ausgesetzt gewesen und zu sehr ausgewittert worden, so erfolgen daraus schlechtere Kohlen, als wenn man es nur kurze Zeit hat austrocknen lassen. Aus zu sehr ausgetrocknetem Holze bekommt man bei trocknem und heißem Wetter leichte Kohlen von schlechter Wirkung; dies ist um

so mehr der Fall, wenn das Holz schon einige Jahre im Wetter gelegen hat. Es ist nicht unzweckmäßig, daß man solches Holz wieder etwas aufeuchte. Das Holz, welches, nachdem es schon trocken gewesen, wieder naß geworden ist, trocknet weit schneller aus, als grünes Holz. Aus dem Holze, welches lange an der Witterung gelegen hat, erfolgen übrigens dem Maße nach viele Kohlen. Feuchtet man das sehr ausgetrocknete Holz nicht an, so thut man wohl, dasselbe nicht in den Quandel des Meilers, wo es Strohkohlen giebt, sondern mehr nach Außen, wo es vom Feuer weniger leidet, zu bringen. Bei der Holzverkohlung selbst kommen wir auf diesen Gegenstand zurück.

V. Die Heizkraft des Holzes bei metallurgischen Processen.

Die Hitze, welche ein Körper beim Verbrennen entwickelt, steht im Verhältniß zu der Menge des zum Verbrennen nöthigen Sauerstoffs. 100 Theile reine Kohle erfordern 266⅔ Theile Sauerstoff, um sich in Kohlensäure zu verwandeln, und 800 Theile Sauerstoff sind nöthig, um 100 Th. Wasserstoff zu verbrennen. Die Brennkraft des Kohlenstoffs zu der des Wasserstoffs muß sich daher verhalten wie 266⅔ zu 800, oder fast genau wie 1 zu 3 (nach Karsten's Archiv 2. Reihe XII. 421 rc.). Wenn der praktische Erfolg der theoretischen Berechnung nicht vollständig entspricht, so liegt der Grund in Wärmeleitungs- und Strahlungs-Phänomenen, deren Erörterung hier auf sich beruhen kann. Alle Substanzen, die als Brennmaterial angewendet werden, bestehen wesentlich aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff. Die Erfahrung lehrt, daß diejenigen Brennmaterialien, bei denen das Verhältniß des Kohlenstoffes zum Wasserstoffe größer ist, als bei anderen, eine größere Brennkraft oder Erhitzungsfähigkeit besitzen, als diese. Dieser Widerspruch des wirklichen Erfolges mit dem theoretischen ist nur scheinbar und erklärt sich durch den Sauerstoffgehalt des Brennmaterials selbst, welcher bei den Brennmaterialien mit größerem Wasserstoffgehalte größer ist, als bei denen mit größerem Kohlenstoffgehalte.

Der Sauerstoff, welcher einen Bestandtheil des Brennmaterials ausmacht, befindet sich darin in einem eigenthümlich gebundenen Zustande und kann beim Verbrennen des Körpers seine Erhitzungsfähigkeit nicht allein nicht erhöhen, sondern er wird sie sogar vermindern müssen, weil er bei dem Verbrennen nur Verbindungen mit dem Kohlenstoff und mit dem Wasserstoff eingeht, von denen eine oder die andere nicht brennbar ist und sogar Wärme erfordert, um als elastische Flüssigkeit zu entweichen. Der Verkohlungsproceß ist eine freiwillige Entmischung des Brennmaterials, als Folge der erhöhten Temperatur. Er kann also nicht mit einer Entwickelung von Wärme verbunden sein, vielmehr wird eine um so größere Quantität von Wärmestoff zur Verkohlung erfordert werden, je vollständiger der Zutritt von Sauerstoffgas dabei verhindert wird. Wenn man deßhalb bisher zu der Annahme berechtigt zu sein glaubte, daß das rohe Brennmaterial im Ofenschachte keine größere Wärme hervorbringe, als die Kohle, welche als

das Produkt der Verkohlung des brennbaren Körpers zurückbleibt, so lag dieser Voraussetzung die Ansicht zu Grunde, daß das rohe Brennmaterial im Ofenschachte, geschützt durch die Decke, welche die zu schmelzende Beschickung bildet, denselben Veränderungen unterliege, welche es beim Verkohlungsprocesse erfährt. Es ist in Karsten's Archiv 1. Reihe XII. 21 zuerst gezeigt worden, daß die brennbaren Körper bei der Verkohlung um so mehr Kohle zurücklassen, je langsamer die Verkohlungshitze gesteigert wird, und daß die Differenz der in schneller und starker und der in langsam gesteigerter Hitze zurückbleibenden Quantität von Kohle um so größer wird, je größer der Wasserstoffgehalt ist, der einen Bestandtheil des zu verkohlenden Brennmaterials ausmacht. Bei den Holzarten ist diese Differenz sehr bedeutend und mindestens innerhalb der Grenzen von 12 und 25 Procent vom Gewichte des Holzes enthalten, dergestalt nämlich, daß durch schwache und sehr langsam gesteigerte Hitze aus einer und derselben Holzart 25 Gewichtstheile Kohle erfolgen können, während daraus bei schneller und starker Hitze nur 12 % gewonnen werden. Wenn daher das rohe Brennmaterial im Ofenschachte wirklich größere Wirkungen hervorbringt, als die daraus bei den gewöhnlichen Verkohlungsprocessen dargestellte Kohle, so könnte dieser Erfolg wohl dadurch veranlaßt werden, daß die Verkohlung im Ofenschachte unter Verhältnissen stattfindet, die das Zurückbleiben einer größeren Quantität Kohle als die gewöhnlichen Verkohlungsprocesse gestatten. Zum Theil tritt ein solcher Erfolg auch sehr wahrscheinlich ein; zum Theil dürfte es aber nothwendig sein, die Beschaffenheit der zu schmelzenden Beschickung im Ofenschachte nicht unberücksichtigt zu lassen, um sich die größere Wirkung des unverkohlten Brennmaterials zu erklären.

Nur in sehr wenigen Fällen ist mit der Schmelzung in den Ofenschächten nicht auch eine theilweise Reduction des in der Beschickung befindlichen Erzes verbunden, und namentlich ist die möglichst vollständige Reduction des im Eisenerze befindlichen oxydirten Eisens der Zweck der Schmelzarbeit im Schachtofen. Der Sauerstoff des Erzes wird also auf das Brennmaterial einwirken, und es läßt sich daher die Verkohlung des rohen Brennmaterials im Schachte des Hohofens nicht als übereinstimmend mit den Erfolgen bei den gewöhnlichen Verkohlungsprocessen betrachten. Der Sauerstoff des Erzes bewirkt ein wirkliches Verbrennen, ebenso, wie der freie Sauerstoff der Atmosphäre, und das rohe Brennmaterial wird daher im Ofenschachte nicht bloß verkohlt, sondern gleichzeitig auch wirklich verbrannt. Beim Verbrennen wirkt aber der Sauerstoff nicht bloß auf den Kohlegehalt, sondern auch auf den Wassergehalt des unverkohlten Brennmaterials, und daraus würde dann auch einleuchten, weßhalb das rohe Brennmaterial nothwendig wirksamer sein muß, als die daraus dargestellte Kohle. Bei dieser Erklärungsweise muß jedoch zugleich von der Voraussetzung ausgegangen werden, daß die freiwillige Entmischung des rohen Brennmaterials in der Hitze (die Verkohlung) nicht früher, oder

vielmehr nicht in einer geringeren Temperatur stattfindet, als in derjenigen, in welcher die Reduction des oxydirten Metalles erfolgt. Träte die Reduction erst bei einem Temperaturgrade ein, bei welchem die Entmischung des Brennmaterials schon erfolgt ist, so würde sich der größere Effect des rohen Brennmaterials im Schachtofen nur allein durch das vorhin erwähnte eigenthümliche Verhalten bei der Verkohlung desselben im Ofenschachte, unter der Decke der zu schmelzenden Massen, nämlich dadurch erklären lassen, daß der darstellbare Kohlegehalt aus dem rohen Brennmaterial im Schachte des Ofens größer ausfällt, als bei den gewöhnlichen Verkohlungoperationen. Findet die vollständige Entmischung des Brennmaterials aber erst in einer Temperatur statt, die höher ist, als diejenige, bei welcher die Reduction des Oxydes eintritt, so wird diese Reduction nicht bloß durch den darstellbaren Kohlegehalt des brennbaren Körpers, wie bisher vorausgesetzt war, sondern auch durch den nicht darstellbaren Kohlegehalt desselben erfolgen; das rohe Brennmaterial wird in diesem Falle also einen größeren Effect leisten müssen, als der darstellbare Kohlegehalt desselben zu bewirken vermag. Es ist einleuchtend, daß der größere Effect des rohen Brennmaterials dann allein von dem Temperaturgrade abhängig sein wird, in welchem die freiwillige Entmischung durch äußere Hitze eintritt, und bei welchem die Reduction des oxydirten Metalles erfolgen kann. Ein Brennmaterial, welches sich in einer geringeren Temperatur, ganz oder theilweise, durch äußere Erhitzung entmischt, wird unter gleichen Umständen unwirksamer sein, als dasjenige, welches zur Entmischung einen höheren Temperaturgrad erfordert, und bei einem schon in niedrigern Temperaturgraden reducirbaren Metalloxyde wird das rohe Brennmaterial einen größeren Effect machen müssen, als bei einem Metalloxyde, welches einen Grad der Temperatur zur Reduction erfordert, bei welchem der brennbare Körper in seiner Entmischung schon sehr weit vorgeschritten ist. Der erste Umstand erklärt, warum das rohe, wegen seines großen Sauer- und Wasserstoffgehalts leicht entmischbare Holz sehr wahrscheinlich einen geringeren Effect im Schachtofen hervorbringen dürfte, als dasjenige Holz, welches durch anhaltendes Dörren oder wohl gar durch eine vorher schon eingeleitete langsame Verkohlung den größten Theil seines Sauer- und Wasserstoffgehalts bereits verloren hat, und dadurch schwerer entmischbar geworden ist. Und der letzte Umstand macht es einleuchtend, daß das rohe Brennmaterial bei einem leicht reducirbaren Metalloxyde einen verhältnißmäßig ungleich größeren Effect leisten muß, als bei einem erst in hoher Temperatur reducirbaren Oxyd, daß sich also von der größern Wirkung des rohen Brennmaterials bei Schmelzprocessen nicht leicht reducirbaren Metalloxyden kein zuverlässiger Schluß auf dasselbe Wirkungsverhältniß bei Schmelzprocessen mit schwer reducirbaren Metalloxyden machen läßt. Irgend ein rohes Brennmaterial würde also bei einer reducirenden Schmelzbarkeit für Bleioxyd eine ungleich größere Wirkung hervorbringen können, als der aus jenem

rohen Brennmaterial darstellbare Kohlegehalt; allein man würde dadurch nicht berechtigt sein, ein ähnliches Verhältniß zwischen dem rohen Brennmaterial und der daraus darstellbaren Kohle bei Schmelzprocessen zu erwarten, welche die Reduction von Metalloxyden zum Gegenstande haben, die erst in einer bedeutend höheren Temperatur erfolgen kann.

Es wird sich hiernach das Verfahren beurtheilen lassen, welches Berthier angegeben hat, um die Erhitzungsfähigkeit oder Brennkraft eines Brennmaterials zu bestimmen. Es ist nämlich nur erforderlich, die Quantitäten Sauerstoff zu ermitteln, welche mit Berücksichtigung des Sauerstoffgehalts des Körpers selbst erforderlich ist, um seinen ganzen Gehalt an Kohlenstoff in Kohlensäure und seinen ganzen Gehalt an Wasserstoff in Wasser umzuändern, und sodann die gefundene Sauerstoffmenge mit derjenigen zu vergleichen, welche ein brennbarer Körper, z. B. die reine Kohle, deren Heizkraft durch Versuche festgestellt ist, beim Verbrennen aufnimmt. Man wird also, auch ohne die Zusammensetzung eines Brennmaterials zu kennen, seine Heizkraft bestimmen können, wenn man nur ein Mittel besitzt, die Quantität Sauerstoff anzugeben, welche er beim Verbrennen erfordert. Ein solches einfaches und für die Praxis hinreichend genaues Mittel bieten die leicht reducirbaren Metalle dar, wenn man sie mit dem brennbaren Körper dergestalt erhitzt, daß der letztere so vollständig verbrennt, daß keiner von seinen Elementar-Bestandtheilen der Wirkung des Sauerstoffes entgeht, oder sich im Zustande von ölartigen Dämpfen ꝛc. verflüchtigt. Da man die chemische Zusammensetzung des Oxydes sehr genau kennt, so läßt sich aus dem Gewichte des reducirten Metallkorns die zur Verbrennung erforderlich gewesene Menge Sauerstoff durch eine einfache Berechnung finden. Um aber das Metallkorn zu sammeln und von dem nicht reducirten Oxyd getrennt zu erhalten, müssen Metall und Oxyd leicht schmelzbar sein. Die Bleiglätte genügt diesen Bedingungen, indem sich alle festen Körper, welche man als Brennmaterial anzuwenden pflegt, durch sie vollständig verbrennen lassen. Nur einige sehr bituminöse Substanzen, die beim Verbrennen sehr viel flüchtige Theile entwickeln, machen hiervon eine Ausnahme. Das Verfahren, welches Berthier anwendet, ist folgendes: 1 Gramm von dem zu untersuchenden Brennmaterial wird so fein als möglich zertheilt. Alle Kohlen werden sich leicht zu dem feinsten staubartigen Pulver zertheilen lassen. Soll Holz untersucht werden, so nimmt man entweder Sägespäne, die man durch Anwendung einer möglichst feinen Säge erhält, oder man raspelt das Holz mit einer guten Raspel. Die pulverisirte Substanz muß mit etwas mehr Bleiglätte gemengt werden, als sie zu reduciren vermag, wenigstens mit dem 20fachen, höchstens mit dem 40fachen ihres Gewichts. Nach der Beschaffenheit und dem äußeren Ansehen des brennbaren Körpers wird sich die erforderliche Menge von Glätte annähernd leicht bestimmen lassen. Das Gemenge wird sorgfältig in einen Thontiegel gebracht und mit 20 bis 30 Grammen

reiner Glätte bedeckt, so daß der Tiegel höchstens zur Hälfte davon angefüllt wird. Den Tiegel stellt man unter die Muffel eines schon abgeheizten und mit brennenden Kohlen angefüllten Kapellenofens, bedeckt ihn mit einem Thondeckel und erhitzt ihn langsam, wobei der Inhalt desselben sich erweicht, aufbläht und zuweilen auch aufschäumt. Ist die Schmelzung vollständig erfolgt, so giebt man noch 10 Minuten lang eine starke Hitze, damit sich das Blei zu einem einzigen Metallkönige ansammeln kann; der Tiegel wird dann unter der Muffel weggenommen, um langsam an der Luft zu erkalten, worauf er zerschlagen, das Bleikorn herausgenommen und gewogen wird. Dieser Bleikönig hängt sich weder an den Tiegelwänden noch an der Schlackenmasse fest und kann durch einen Hammerschlag leicht getrennt werden. Zuweilen hat er aber ein blätteriges Ansehen und ist wenig dehnbar, welches von einer beigemengten geringen Quantität Glätte herrührt, welche das Gewicht des Bleikönigs dann zu groß angeben würde. Dies pflegt sich gewöhnlich zu ereignen, wenn der Tiegel zu schnell in zu starke Hitze gebracht worden ist. Obgleich der daraus entspringende Irrthum gewöhnlich sehr unbedeutend sein wird, so ist es doch besser, ihn zu vermeiden, welches leicht geschehen kann, wenn man den Tiegel nach erfolgter Schmelzung noch einige Zeit lang unter der Muffel stehen läßt, jedoch auch wieder nicht zu lange, damit er durch die Glätte nicht durchbohrt wird. Die Glätte löst dabei etwas von den Wänden des Tiegels auf und bildet damit ein dichtes, glasartiges Silicat, welches nicht so wie die reine Glätte die Eigenschaft besitzt, sich in den Metallkönig einzuziehen. Statt die geschmolzene Masse im Tiegel erstarren zu lassen, kann man sie auch schnell in einen eisernen Einguß ausgießen, so daß man den Tiegel, wenn er von guter Beschaffenheit ist, zu mehreren Schmelzungen benutzen kann. Vorzuziehen bleibt es aber immer, zu jeder Schmelzung einen neuen Tiegel anzuwenden. Es ist nöthig, die Versuche ein auch zwei Mal zu wiederholen, und das Resultat nur dann als zuverlässig anzusehen, wenn das Gewicht der Metallkönige nicht mehr als um 1 oder 2 Decigramme differirt. Berthier empfiehlt nur noch eine Vorsicht bei der Anwendung der gewöhnlichen verkäuflichen Glätte, die durch einen Gehalt von Mennige röthlich gefärbt zu sein pflegt. Ein großer Gehalt von Mennige würde die Glätte unbrauchbar machen. Will man die aus dem Gehalt von Mennige entspringenden Fehler vermeiden, so muß man die verkäufliche Glätte in einem Thontiegel, ohne allen Zusatz, oder allenfalls mit einem Zusatze von 1—2 Tausendtheilen Kohlenpulver schnell in Fluß bringen, sie in dem zur Verhinderung des Luftzutritts sorgfältig bedeckt gehaltenen Tiegel erkalten lassen, alsdann zerstampfen und durchsieben.

Weil 100 Gewichtstheile Sauerstoff in der Glätte mit 1300 Theilen Blei verbunden sind, und weil sich in 137,5 Theilen Kohlensäure ebenfalls 100 Sauerstoff dem Gewichte nach befinden, so ist es einleuchtend, daß ein, durch die Reduction der Glätte mittelst irgend

eines Brennmaterials in der oben angegebenen Weise erhaltener Bleikönig von 1300 Gewichtstheilen eine Kohlenmenge oder jedenfalls einen Kohlenwerth, durch welchen die Reduction erfolgt sein muß, von 37,5 andeuten würde. Es läßt sich daher annehmen, daß ein Gewichtstheil reine Kohle bei der Reduction der von aller Mennige befreiten Glätte einen Bleikönig von 34 geben muß. In sofern die Reduction der Glätte durch Wasserstoffgas erfolgt wäre, würde ein Bleikönig von 104 Gewichtstheilen jedesmal 1 Theil Wasserstoff anzeigen, denn im Wasser sind 100 Theile Sauerstoff mit 12,5 Theilen Wasserstoff verbunden, woraus sich das Verhältniß von 1300 zu 12,5 oder von 104 zu 1 ergiebt.

Nach diesen Angaben wird sich die Heizkraft eines jeden Brennmaterials, sowohl hinsichtlich seines Gehaltes an Kohlenstoff als an Wasserstoff, leicht bestimmen lassen. Die flüchtigen Verbindungen, welche ein Brennmaterial bei der trocknen Destillation entwickelt, lassen sich unmittelbar durch den Versuch bestimmen und dem Gewichte nach ermitteln, indem man von dem Gewichte des rohen Brennmaterials nur das Gewicht der bei der Destillation zurückbleibenden Kohle abziehen darf. Wenn nun durch einen andern Versuch das Gewicht des Bleiregulus ausgemittelt wird, den man durch die Reduction der Glätte mittelst des rohen Brennmaterials erhält, so ergiebt sich aus der einfachen Berechnung der Kohlenwerth, den die verflüchtigten Bestandtheile des Brennmaterials haben müssen, woraus sich dann die Heizkraft dieser flüchtigen Theile, welche bei der Verkohlung verloren gehen, bestimmen läßt. Nennt man C die Quantität Kohle, welche das rohe Brennmaterial bei der Destillation zurückläßt, nach Abrechnung des darin befindlichen Gewichts Asche, V das Gewicht der bei der Destillation verflüchtigten Bestandtheile des brennbaren Körpers, und P das Gewicht des Bleiregulus, welcher durch die Reduction der Glätte mittelst des rohen Brennmaterials erhalten wird, so würde C nothwendig $34 . C$ Blei, und V daher $P - 34 . C$ Blei geliefert haben müssen, so daß $\frac{P - 34 . C}{34}$ die Heizkraft der verflüchtigten Theile, in Kohlenwerth ausgedrückt, angeben muß. Die Heizkräfte der durch die Destillation erhaltenen Quantität Kohle, die der bei der Verkohlung verflüchtigten Bestandtheile und die des rohen Brennmaterials stehen folglich zu einander in den Verhältnissen $34 . C$, $P - 34 . C$ und P, hinsichtlich der Quantitäten Blei, welche durch sie aus der Glätte reducirt werden, und in den Verhältnissen C, $\frac{P - 34 . C}{34}$ und $\frac{P}{34}$ hinsichtlich der Quantitäten Kohle, durch welche die Heizkraft ausgedrückt werden kann. Aus diesen einfachen Verhältnissen läßt sich daher der relative Werth, der einem jeden Brennmaterial hinsichtlich seiner Heizkraft beizulegen ist, leicht bestimmen. Wenn man sich nämlich darüber einigt, daß man als Einheit zur Bestimmung der Heizkraft diejenige Wärmemenge

annimmt, welche erforderlich ist, um die Temperatur einer Flüssigkeit von gleichem Gewichte mit dem verbrennenden Körper um 1 Grad des hunderttheiligen Thermometers zu erhöhen, so bedarf es zur Bestimmung der Heizkraft eines Brennmaterials nichts weiter, als die Quantität Blei zu kennen, welche durch die Einwirkung des brennbaren Körpers auf die Glätte aus derselben reducirt wird. Despratz hat durch directe Versuche das Gewicht Wasser bestimmt, dessen Temperatur mittelst der reinen Kohle um 1 Grad Celsius erhöht, oder welches um 1 Grad erwärmt werden kann. Nach diesen Versuchen kann 1 Theil reine Kohle 7815 Theile Wasser um 1 Grad erwärmen. Weil nun ein Theil Kohle aus der Glätte 34 Theile Blei zu reduciren vermag, so ergiebt sich daraus, daß jeder Gewichtstheil Blei, der irgend ein Brennmaterial aus der Glätte reducirt, 230 Wärmeeinheiten ausdrücken muß.

Um also endlich die Heizkraft eines Brennmaterials in seinen verschiedenen Zuständen, nämlich als rohes Brennmaterial, als stark gedörrtes oder auch als halb verkohltes Brennmaterial, und endlich im Zustande der reinen Kohle nach der erfolgten vollständigen Verkohlung auszumitteln, und daraus zugleich den Verlust an Heizkraft durch die theilweise oder gänzliche Verkohlung, oder, was damit gleichbedeutend ist, die Heizkraft der bei der theilweisen oder gänzlichen Verkohlung verloren gehenden flüchtigen Bestandtheile eines Brennmateriales zu bestimmen, bedarf es nur zweier einfacher Versuche. Man ermittelt die Menge des Bleies, welche durch die Reduction der Glätte mittelst des rohen Brennmaterials erhalten wird, und bestimmt durch die Destillation die Quantität der flüchtigen Bestandtheile, welche bei der Verkohlung verloren gehen. Die Heizkraft der verflüchtigten Bestandtheile ergiebt sich dann ganz einfach dadurch, daß man von dem gefundenen ganzen Kohlenwerthe des Brennmaterials die Menge Kohle in Abzug bringt, welche bei der trocknen Destillation zurückbleibt.

Zweiter Abschnitt.

Der Torf.

Torf nennt man die aus innig durch einander verwebten und zusammengepreßten, eigens modificirten Pflanzentheilen bestehenden erdig compacten oder filzartigen Substanzen, welche mit mehr oder weniger lebhafter Flamme brennen. Der Torf bildet sich aus abgestorbenen und mehr oder weniger der Zersetzung bei unvollständigem Luftzutritt anheim gefallenen Pflanzen. Häufig kommen hierzu auch noch Mineralstoffe, wie Sand, Thon, Lehm, Kalk, Eisenkies, Eisenvitriol, Eisen-

ocker rc. Nach Regnault besteht die Zusammensetzung des Torfes von Vulcaire:

aus	Kohlenstoff	37,03	mit	Asche,	60,40	ohne	Asche
"	Wasserstoff	5,63	"	"	5,86	"	"
"	Sauerstoff	31,76	"	"	33,64	"	"
	Asche . .	5,58	"	"	—	"	"
		100,00			100,00		

und berechnet sich hierfür die Formel $C_{31}\ H_{21}\ O_{13}$.

Die Asche, welche der Torf beim Verbrennen hinterläßt, rührt zum geringsten Theil von den Pflanzen her, aus denen der Torf entstanden ist, ist vielmehr von außen als Sand, Erde, Staub rc. beigemischt worden. Die guten Torfmoore sind ärmer an Asche, als das Holz, weil der Torf beständig vom Wasser ausgelaugt wird. Viele Torfarten enthalten auch harzige und wachsartige Stoffe, deren Menge im Durchschnitt 1 — 2 % beträgt, und die man in neuerer Zeit als Mineralöl und Paraffin abscheidet und einer weiteren industriellen Verarbeitung unterwirft. Außerdem enthalten alle Torfarten Huminsäure, Quell- und Quellsalzsäure*); das specifische Gewicht des ausgetrockneten Torfes schwankt zwischen 0,3 und 0,9.

Sowohl die chemische Zusammensetzung des Torfes, als auch das Vorkommen der Huminsäure, der Quell- und Quellsalzsäure deuten darauf hin, daß der Proceß der Torfbildung nicht bei vollständigem Zutritt der Luft stattfindet; denn im letzteren Falle würden die genannten Säuren fehlen, auch könnte der Wasserstoff sich nicht in so bedeutendem Uebergewichte über den Sauerstoff erhalten haben. Wahrscheinlich findet beim Torfe die Verwesung ganz oder zum größten Theile auf Kosten des Sauerstoffes statt, den die Torfpflanzen selbst besitzen. Vergleichen wir nämlich die oben entwickelte Formel des Torfes mit der Gay-Lussac'schen Formel des Holzes, so können wir aus den erstern entstanden denken durch Austritt von 5 Aequivalenten Kohlensäure und ein Aequivalent Wasser:

Eichenholz =	C_{36}	H_{22}	O_{22}
hiervon ab 5 Kohlensäure	C_5		O_{10}
und 1 Wasser		H	O
in Summa	C_5	H	O_{11}
so bleiben	C_{31}	H_{21}	O_{11}

*) Die Quellsäure und Quellsalzsäure sind beide von Berzelius in Quellen gefunden worden; sie scheinen jedoch nur in geringen Mengen vorzukommen; auch treten die beiden Säuren neben Huminsäure in der Natur auf. In reinem Zustande kennt man sie noch nicht, weil sie nicht vom anhängenden Ammoniak befreit werden können. Es ist die Zusammensetzung

des Quellsäurehydrats .	$C_{24}\ H_{12}\ O_{16} + 3\ O\ H$
des Quellsalzsäurehydrats	$C_{48}\ H_{12}\ O_{24} + 2\ O\ H$
der Huminsäure . . .	$C_{40}\ H_{12}\ O_{12}$

Nehmen wir nun an, daß zwei Aequivalent Sauerstoff von der Luft geliefert worden seien und fügen wir diese dem so eben erhaltenen Reste zu, so ergiebt sich

$$C_{31}\ H_{21}\ O_{13} = \text{Torf.}$$

Hauptsächlich ist es stagnirendes Wasser, welches die Luft bei der Bildung des Torfes abschließt. Torflager werden sich daher vorzüglich an solchen Orten erzeugen, welche zwar noch eine hinreichende Temperatur zur Entwickelung der Vegetation, aber vor allem stehendes Wasser besitzen, welches den Torf zum größten Theile des Jahres hindurch von der Luft abschließt. Vorzüglich geeignet für die Torfbildung sind Hochgebirge, in denen eines Theils bedeutende Niederschläge von meteorischen Wassern erfolgen, andern Theils aber auch die niedrige Temperatur der Luft ein rasches Verdunsten dieses Wassers verhindert. Finden sich an solchen Orten Felsarten, welche aus Mangel an Zerklüftung das Wasser nicht in die Tiefe sickern lassen, oder bildet sich daselbst aus Thon*) ein undurchlassender Untergrund, so stauen sich die Wasser an und veranlassen Sümpfe. In diesen wachsen Pflanzen, meist niedrig organisirte Arten. Aber auch ebene Flächen mit geringer Neigung gegen die Horizontale und mit undurchlassendem Untergrund haben Torflager aufzuweisen. Die gewöhnlichsten Sumpfgewächse sind: Erica tetralix, Calluna vulgaris, Vaccinium uliginosum, Vaccinium oxycoccos, Vaccinium vitis idaea, Andromeda polyfolia, Empetrum nigrum, Ledum palustre, Salix rosmarinifolia, Eriophorum vaginatum, gracile, verschiedene Carex-Arten, wie Carex paludosa, stricta etc., Ranunculus, Nymphaea, Alisma, Hydrocharis, Sagittaria, Potamogeton, Callitriche, Hippuris, Ceratophyllum, Chara, Lemna, Drosera, Juncus, verschiedene Hypnum-Arten, Hypnum fluviatile, cuspidatum etc., mehrere Equiseta; vor allem aber die Gattung Sphagnum mit den Arten cymbifolium, molluscum, squarrosum, acutifolium etc.

Diese Pflanzen erzeugen sich sowohl auf dem Boden der Sümpfe, als auch auf der Oberfläche des Wassers. Sie sinken, wenn sie im Herbst absterben, entweder auf den Boden des Sumpfes, oder tauchen doch so weit unter, daß sie vom Wasser bedeckt sind, oder werden endlich von den Herbstwassern überstauet. Nach Forchhammer soll in Dänemark das Wachsthum der größten Torfmoore nicht selten in der Weise vor sich gehen, daß die Oberfläche eines See's sich mit einer Moosdecke überzieht, welche auf dem Wasser schwimmt und zuweilen so dick wird, daß sie einen Menschen zur Noth tragen kann. Dergleichen Moore heißen Hangesack im Munde des Volkes. Wind und Fluth führen Sand und Schlamm über diese Moosdecke hin, der auf ihr entstehende Marschboden wird immer dicker; schwimmende Inseln

*) Unmittelbar auf Thon bemerkt man die wenigsten Torflager; in den meisten Fällen finden sich dieselben auf Sand, unter welchem in einiger Tiefe der Thon hinstreicht.

von Torf, die in der eben angegebenen Weise sich bilden, findet man noch an vielen Orten. In dem Gerdauer See in Preußen befand sich lange eine schwimmende Torfinsel, so groß, daß 100 Stück Vieh darauf weideten; sie wurde 1707 in mehrere Stücke zerrissen und jetzt sind nur noch geringe Reste davon übrig.

Sämmtliche europäische Gebirge enthalten Torfmoore; am reichsten daran ist die große Ebene, welche sich von Belgien und Holland an den Küsten der Nord- und Ostsee vorbei bis nach Rußland erstreckt. Diese Ebene bildete wahrscheinlich früher den Grund eines Moores; sie ist jetzt noch nicht bedeutend über den Meeresspiegel erhaben und besitzt demnach die geeignete Beschaffenheit zur Entstehung von Sümpfen. Auch in Irland, Schottland, Norwegen und Schweden kommen bedeutende Torfmoore vor. In den Ebenen der Aequinoctialgegenden fehlt der Torf gänzlich, wahrscheinlich deshalb, weil die daselbst herrschende hohe Temperatur ein mulliges Verwesen der zur Torfbildung tauglichen Pflanzen bewirkt. Nur auf dem Plateau der Anden, wo die mittlere Temperatur nicht über 8° bis 10° Celsius beträgt, fand Boussingault Seen mit Torfgrund.

Die Torfmoore werden nach ihrer äußern Beschaffenheit in folgende vier Arten getheilt:

1) Hochmoore. Nachdem eine Vertiefung, ein Sumpf durch Torf ausgefüllt worden ist, findet in vielen Fällen noch eine fortgesetzte Torferzeugung statt, trotzdem, daß jetzt die Pflanzen nicht mehr von einem Wasserspiegel bedeckt sind. Diese Erscheinung hat ihren Grund in der Capillarität der Torfmoore; es wird beständig Wasser aus der Tiefe aufgesogen und die abgestorbenen Pflanzen sind hier so stark mit Wasser imprägnirt, daß sie förmlich davon triefen; durch dieses Wasser werden sie vor der vollständigen Verwesung geschützt. Das Anwachsen des Moors über den Wasserspiegel hinaus kann zehn bis zwanzig Fuß betragen. Nach dem Rande hin nimmt die Höhe eines solchen Hochmoors ab, weil hier die Capillarität viel geringer, als in der Mitte ist. In Rußland kommen Hochmoore von sehr bedeutender Ausdehnung vor; so soll das Torfmoor, welches die nördliche Küste Asiens begrenzt und angeblich 300 Meilen Länge und 100 Meilen Breite besitzt, als ein Hochmoor angesehen werden können. Der Boden der Torfmoore ist wenig fruchtbar; seine Vegetation besteht gewöhnlich aus einzelnen verkrüppelten Kiefern, Birken und Weiden.

2) Kesselmoore. Hier ist der Torf in eine kesselartige Vertiefung zwischen Anhöhen eingelagert. Seine Mächtigkeit kann bis 15 Fuß betragen. Oft ist der Kessel durch den Torf vollständig ausgefüllt; die Baumvegetation dieser Moore ist ebenso, wie die der Hochmoore, gering; dagegen liefern sie Gras und Weide.

3) Wiesenmoore. Sie liegen meist in großen Ebenen, welche von unbedeutenden Anhöhen umgeben sind, oder an den Seiten der Flüsse. Ihre Ausdehnung ist gewöhnlich größer, als diejenige der Kesselmoore.

4) Meermoore; diese befinden sich an der Küste des Meeres.

Die Torfmoore unterscheiden sich ferner ihrer innern Beschaffenheit nach in folgende fünf Arten:

1) Moostorf. Er besteht vorzüglich aus den Stengeln und Blättern von Sphagnum, welche der oben erwähnten unvollständigen Verwesung anheim gefallen sind. Seine Farbe ist zuweilen ganz hell, wie die des frischen Mooses.

2) Rasentorf. Dieser wird durch Gras, Schilf ꝛc. gebildet.

3) Pechtorf. Er ist mit Erdharz imprägnirt und hat einen muscheligen Bruch.

4) Papiertorf. Er besteht aus vermoderten Blättern, Moosen, Gras ꝛc. und läßt sich in dünne Schichten trennen.

5) Baggertorf. Dieser besitzt durchaus keinen Zusammenhang und unterscheidet sich dadurch wesentlich von den vorgenannten Torfarten. Man formt den Baggertorf in Steine, wenn er technische Verwendung finden soll. Der Baggertorf kann als ein organischer Schlamm angesehen werden.

Dafür, daß der Torf sich noch gegenwärtig erzeugt, giebt das Nachwachsen desselben in ausgestochenen Torfmooren schlagenden Belag. Die Quantität des jährlichen Zuwachses ist indessen außerordentlich verschieden nach den Gewächsen, welche zur Torfbildung beitragen. Am bedeutendsten ist das Nachwachsen bei solchen Mooren, welche aus Sphagnum-Arten bestehen. Diese Pflanze treibt nämlich aus einem und demselben Stengel immer neue Aestchen und Wurzelchen, sobald der untere Theil abstirbt. So kann man in manchen Torflagern Sphagnum-Stengel von zehn und mehr Fußen Länge verfolgen. Rechnet man bei dem Abstich eines Torfmoores auf Wiedererzeugung des Torfes, so hat man vor allem darauf zu sehen, daß der Torf nicht bis auf die nackte Erde herausgenommen wird, sondern daß eine, wenn auch nur dünne, Torfsohle erhalten bleibt. Mit dem Abstich des Moores darf nur ein temporäres, kein gänzliches Ableiten des zur Torfbildung unumgänglich nöthigen Wassers verbunden sein. Uebrigens soll ein mäßiger Feuchtigkeitsgrad die Torfbildung bei weitem mehr begünstigen, als vollkommene Ueberschwemmung. Bode bemerkt, daß in Kurland ein vor 120 Jahren ausgestochenes Torflager, welches seitdem mit Wasser angefüllt und ohne Abfluß war, einen Nachwuchs von $2\frac{1}{2}$ Fuß Dicke hatte, während dieser in Torfgruben mit Wasserabfluß $4-4\frac{1}{2}$ Fuß, also beinahe das Doppelte betrug. Es ist übrigens auch einleuchtend, daß in einer bloß nassen Lage die zur Torfbildung geeigneten Pflanzen besser vegetiren werden, als in einem See. Zweckmäßig ist es auch, die Vegetabilien, welche die oberste Bekleidung des Torfmoores ausmachen, nach erfolgtem Abstich auf die stehen bleibende Sohle auszubreiten.

Im Jahre 1804 wurde ein Torfstich zu Gundolzen am Bodensee eröffnet; nach Verlauf von 22 Jahren hatte sich eine neue Torflage von $2\frac{1}{2}$ Fuß Dicke gebildet. Die nämliche Zuwachsgröße fand man in

einem Torflager zu Gayenhofen. Van Marum beobachtete (nach Meyer), daß in einem Wasserbecken in einem Garten in fünf Jahren eine vier Fuß hohe Torfschicht durch Conferva rivularis und Myriophilum entstand. Nach de Luc sticht man in den ostfriesischen und bremischen Mooren 15 — 20 Fuß lange und 6 Fuß tiefe Gräben, die sich binnen 30 Jahren wieder mit Torf füllen. Fr. Hoffmann erzählt, daß das Altwarmbrücher Moor bei Hannover zum zweiten Male seit 50 Jahren abgestochen wurde. Der Torf, welcher dort 10 — 12 Fuß hoch steht, wovon nur 8 Fuß weggenommen wurden, hat sich erweislich in 50 Jahren wieder ersetzt; an dem noch jetzt in Betrieb stehenden Torfmoor bei Greifswald erkennt man, daß sie, jedoch nur bis zur halben Tiefe, schon ein Mal abgestochen worden sind. Der in den früheren Gruben fast bis zur Oberfläche des Moors nachgewachsene Torf unterscheidet sich augenblicklich von dem darunter liegenden durch gelbere Farbe und geringere Dichte. In einigen älteren Torfmooren findet man Baumstämme zum Theil in vertikaler Stellung, so daß kein Zweifel darüber bestehen kann, daß diese Stämme in dem Boden des Moores selbst wurzelten und späterhin durch den nachwachsenden Torf eingehüllt wurden.

Die Güte und Brennbarkeit des Torfes hängen gar sehr von dem Verhältniß seiner Bestandtheile und fremden Stoffe ab. Die harzige und ölige Substanz giebt dem Torfe mehr oder weniger Brennkraft, je nachdem sie mehr oder weniger vorwaltet. Sand und Mergel verringern seine Beschaffenheit und geben ihm ein bröckliches Wesen, besonders wenn er getrocknet der freien Luft ausgesetzt wird; Thon verursacht Zusammenbacken des Torfes im Feuer und schwere Asche. Häufige Salze und kalkartige Reste von Thieren vermindern seine Brennbarkeit und veranlassen den widrigen Geruch beim Brennen; eingemengte Holzstücke erhöhen die Brennbarkeit, verursachen aber ebenfalls ein Zerfallen der Torfsteine. Aller Torf, die eine Art mehr, die andere weniger, trägt Spuren seines Ursprunges aus dem Gewächsreiche an sich; vieler Torf ist an dem Orte, wo man ihn findet, gewachsen und entstanden; vieler hingegen ist auch durch den Austritt und nachher erfolgten Zurücktritt der Gewässer, oder durch Ueberschwemmungen an seinen jetzigen Lagerungsort gebracht worden.

Der immer fühlbarer gewordene Mangel an Brennmaterialien in manchen Gegenden, die ihrer Wälder entblößt und nicht durch reiche Kohlenniederlagen dafür schadlos gehalten worden sind, hat in neuerer Zeit, in der Zeit des industriellen Fortschrittes, dem Torfe als Brennmaterial große Aufmerksamkeit verschafft, und man hat bereits Mittel und Wege geschaffen, denselben zu einem der besten Brennmateriale zuzubereiten, was um so leichter ist, da ihm von Natur aus ein sehr guter und hoher Brennwerth beiwohnt, der nur durch ihm beigemengte fremdartige Stoffe verunreinigt und vermindert wird. Die Aufgabe war, den Torf auf einfachem und wenig Kosten verursachendem Wege von den ihn verunreinigenden Beimischungen zu befreien, ihn dadurch auf ge-

ringeres Volumen und größere Dichtigkeit und die chemisch reinen Torfmaterialien zurückzuführen; je mehr dies gelingt, um ein so werthvolleres Brennmaterial wird man erhalten; eine Hauptaufgabe dabei ist es, die Verbesserung des Torfes auf so wenig kostspieligem Wege zu bewirken, daß dabei der Torf als besseres Brennmaterial billiger zu stehen kommt, als das Holz. Man hat deßhalb mit großem Erfolg bereits versucht, den Torf aus dem Zustande, in welchem er sich auf seiner Lagerstätte befindet, auf eine einfache, schnelle und billige Weise in eine an Festigkeit und Dichtigkeit der Steinkohle ähnliche Masse zu verwandeln und ihn dabei so zu reinigen, daß er eine größere Heizkraft zu entwickeln im Stande ist, und vermöge seines geringeren Umfanges und seiner größeren Festigkeit sich leichter auf weitere Strecken transportiren läßt. Seit der großen Pariser Industrie-Ausstellung, wo nach einer eigenthümlichen, von Challeton erfundenen Methode bereitete Torfziegeln und Torfkohlen ausgestellt waren, die ihrer Vorzüglichkeit wegen allgemeine Aufmerksamkeit erregten, ist das Bemühen, den Torf zu verbessern, immer reger geworden. Nach Vorgang der Challetonschen, zu Montauger ausgeführten Methode hat namentlich der Oberpostrath Exter in Bayern das Verdienst, den Torf zu Haspelmoor auf ähnliche Weise auszubeuten und für den Locomotiven-Betrieb anwendbar gemacht zu haben. Aehnliche Aufbereitungsanstalten sind bereits zu St. Jean bei Neufchatel ins Leben getreten, um die schweizerischen Locomotiven mit diesem Brennmaterial zu versorgen, und hat man in Norddeutschland im Hannöverschen und Braunschweigischen bereits umfassende Versuche gemacht, den Torf behufs der Locomotiven-Feuerung zu comprimiren. Noch größere Vortheile bietet der Torf dem Eisenhüttenbetrieb, und sind bereits Kuppelöfen, Puddel- und Hohöfen mit demselben in Tirol, Steiermark, Kärnthen, Oberbayern rc. damit im Betriebe. Der Torf bietet für den Eisenhütten-Betrieb in der Regel den Vortheil vor dem Holze, daß jener bei gleicher Bodenfläche in größerer Menge vorhanden ist, als letzteres; jedoch wird dieser Vortheil durch mehrere, dem Torfe anhängende, nicht in Abrede zu stellende Nachtheile übertroffen, daher die gleiche Brennstoffmenge im Walde viel mehr Werth hat, als im Torfmoore. Oder mit andern Worten, es ist der Eisenhüttenbetrieb mit Torf schwieriger als der mit Holz. Sicherer werden sich auf die Challetonsche Weise die vielen großen isolirten Torflager rentiren, welche bislang wegen des schwierigen Transports ihrer Produkte und der Unbrauchbarkeit des rohen Torfs zu verschiedenen technischen Zwecken keinen Werth haben; sie werden eine unerschöpfliche Quelle eines vorzüglichen Brennmaterials bilden und bei weitem höher rentiren, als durch ihre hier und da versuchte Benutzung auf Leuchtstoffe. Wird der Torf zur Erzeugung von Leuchtstoffen in größeren Oefen destillirt, das dabei gewonnene Destillat, die Leuchtstoffe, als Nebenprodukt und die dabei fallende Torfkohle als Hauptprodukt betrachtet, so wird diese Fabrikation besser rentiren, als wenn man den Torf in eisernen Retorten destillirt und

die Leuchtstoffe als Hauptprodukt ansieht, da auf die letztere Art nicht nur alle gewonnene Torfkohle, sondern noch 8 Mal soviel roher Torf zur Feuerung der Retorten aufgewendet werden muß. Es kommt bei dieser Benutzung des Torfes noch in Betracht, daß nicht aller Torf einen rentablen Ertrag an Leuchtstoffen giebt, vielmehr der größte Theil der Torflager nur einen sehr geringen, nicht kostenträgigen Ertrag an Leuchtstoffen giebt, mithin der größte Theil der Torfmoore von einer solchen Verwerthung ganz ausgeschlossen bleibt.

Das Chattelon'sche, in Bayern vom Postrath Exter zu Haspelmoor eingeführte Torfreinigungs- und Verbesserungs-Verfahren beruht auf dem Prinzipe, die verschiedenen Torfarten eines Moores zu vermischen und zur äußersten Feinheit zu zerkleinern, die feineren Theile durch Zuführung von Wasser in eine ganz dünne Masse zu verwandeln, daß die Torfmasse aus den schwereren untauglichen Thon- und Sandtheilen herausgeschlämmt werden kann, wobei diese schwereren Theile zu Boden sinken, der feine flüssige Torfbrei aber in Kufen oder Setzkästen abgelassen wird und sich in letzteren allmählig zu Boden senkt, und nun vermöge einer Contraction ohne Anwendung einer Presse den höchsten Grad der Dichtigkeit und Festigkeit erlangt. Es war schon längst bekannt, daß die Güte des Torfes im Verhältniß zu dem Grade seiner Dichtigkeit und Festigkeit stehe, und daß, wo ihm die Natur diese Eigenschaft nicht gegeben, dieselbe durch geeignete Behandlung bereitet werden muß. Sehr sinnreich ist das Challeton'sche Verfahren zur Verdichtung des Torfes mit der Arbeit einer Lumpenpappenfabrik verglichen worden, indem das Verhältniß des Fabrikates zu seinem Rohprodukt in Bezug auf Dichtigkeit und Festigkeit ganz dasselbe ist, wie zwischen der steifen festen Pappe und den weichen, unregelmäßig aufgebauschten Lumpen; dieser Vergleich macht das ganze Prinzip, worauf das Condensations-Verfahren des Torfes besteht, recht anschaulich.

Der Torf besteht seinem Ursprunge nach, wie im Allgemeinen alle anderen Brennmaterialien, aus Holz- oder Pflanzenfaser, welche, wie wir beim Holze bereits gesehen, aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff besteht. Ist also der Torf ebenfalls ein Produkt der Holzfaser, so ist derselbe, wie wir in der Einleitung dieser Schrift gesehen haben, der Theorie nach auch denselben Gesetzen der Verbrennung unterworfen, wie das Holz.

Die nachfolgende Zusammenstellung der Analysen von Holzfaser und einiger fossilen Brennstoffe giebt ein deutliches Bild, wie durch allmählig fortschreitende Zersetzung die verschiedenen Umwandlungen aus der ursprünglichen Holzfaser entstanden sind:

	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.
Holzfaser	50,00	5,55	44,44
Torf von Schopfloch, oberer Stich, hellbraun, Faser ganz	52,49	6,26	41,45
Torf von Vulcaire	60,44	5,96	33,60

	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.
Lignit von Cöln	66,96	5,27	27,76
Braunkohle von Dax	74,20	5,89	19,90
Steinkohle von St. Colombe 2. Formation	76,18	5,64	18,07
Steinkohle von Rive de Gier, Corbyre, Kohlengebirge . .	90,50	5,05	4,40
Anthracit, Mayenne, Uebergangsgebirge	92,85	3,96	3,19

Ob die Zersetzung bei allen diesen fossil gewordenen Brennstoffen auf dieselbe Weise stattgefunden habe, darüber existirt, wie Schinz bemerkt, nicht einmal eine Indicie, sondern es ist im Gegentheil sehr wahrscheinlich, daß in jeder Localität besondere Umstände, wie ein starker Druck, mehr oder weniger Wasser, verschiedene Wärmegrade, verschiedene erdige Schichten u. s. w., den Gang der Zersetzung bedeutend modificirt haben.

1. Physikalische Beschaffenheit des Torfes.

Im gemeinen Leben wird der Torf als ein schlechtes Brennmaterial angesehen, wo es auf Entwickelung von Wärme oder auf Erreichung einer hohen Temperatur ankommt; der Grund hiervon liegt nicht in den chemischen Bestandtheilen des Torfes, sondern in seinen physikalischen Eigenschaften, mechanischen Constitution und in der größeren oder minderen Beimengung fremder Bestandtheile. In diesen Verhältnissen beruht auch die Beschaffenheit verschiedener Torfsorten in Hinsicht ihrer Güte, keinesweges aber in Verschiedenheit der elementaren Zusammensetzung in Folge einer mehr oder weniger vollständigen Vermoderung der ursprünglichen Pflanzenfaser. Je mehr in einer Torfsorte daher noch die ursprüngliche Pflanzenfaser im unvermoderten Zustande vorwaltet, je weniger durch seine mehr faserige Masse und Beschaffenheit eine dichte Ablagerung stattfindet, von desto geringerem Werthe ist der Torf als Brennmaterial. Ist hingegen eine vollkommene Verminderung der Pflanzenfasern eingetreten, ist die Torfmasse in eine vollkommen erdige, homogene, schwarze Masse umgewandelt, so findet eine dichtere Ablagerung statt und verdichtet sich die Torfmasse beim Trocknen durch Schwinden immer mehr, und je dichter und compakter die Masse wird, desto größer wird ihr Werth als Brennmaterial, da ein Volumen dichte Torfmasse oft einen 10 Mal so großen Heizeffect hat, als ein gleiches Volumen faserige schwammige Torfmasse. An seinem Ursprungsort lagert sich aber auch eine homogene, ganz vermoderte Torfmasse stets nur lockerer; erst durch Entziehung des Wassers und durch Schwinden der Masse wird sie dichter und erhält mehr Heizeffect.

Auch abgesehen von den häufig so schädlichen Beimengungen des Torfes an Wasser und erdigen Bestandtheilen, so wird derselbe der gemeinen Ansicht nach im Vergleich mit anderen Brennmaterialen ge-

rade so falsch beurtheilt, als dies gemeinhin bei dem Werth der weichen und harten Hölzer der Fall ist; denn trotz dem, daß die leichten weichen Hölzer nicht nur der theoretischen Berechnung nach, sondern auch in Folge sorgfältig angestellter Versuche über ihre nutzbare Wärme, den harten Hölzern in ihrer Leistungsfähigkeit vorangehen, so werden dennoch der allgemein herrschenden Meinung nach gerade umgekehrt die harten den weichen Hölzern vorgezogen; dies liegt darin, daß die gewöhnlichen Feuerungsanlagen dem Verbrennungsverlaufe der harten Hölzer mehr angepaßt werden können, als den weichen. Die meisten Feuerungsanlagen sind nämlich der Art, daß sie eine geraume Zeit bedürfen, um die Wärme, welche die Brennstoffe entwickeln, aufzusammeln und der Umgebung, welche sie in Anspruch nimmt, mitzutheilen. Findet nun die Entwickelung der Wärme rasch statt, so ist die bedingte Zeit nicht gegeben und ein Theil der Wärme entweicht unbenutzt; dies wird am meisten bei weichem Holze und Torfe stattfinden, welche leicht unter Flammenbildung brennen, die Wärme also schnell entwickeln und fortführen, auf Kosten einer langsamen, lange anhaltenden und gleichmäßigen Kohlenglimmung. Diese Erscheinung wird zum Theil erklärt durch den geringen Ueberschuß an Wasserstoff (den die weichen Hölzer, wie auch der Torf, gegen andere Holzarten zeigen) und der bei Holz und Torf viel leichter und bei niederer Temperatur, als z. B. bei Steinkohlen, erfolgenden Bildung von Kohlenwasserstoffen, wodurch ein Theil der sonst hinterbleibenden und später verglimmenden Kohle mit dem Wasserstoffe zugleich unter Flammenbildung zur Verbrennung kommt, und nur eine geringe Menge glühender Kohlen hinterlassen wird, während bei Verbrennung von harten Hölzern oder Steinkohle die Flammenbildung geringer ist, bald aufhört, und eine dichte, lange glühende, mit vieler Wärme verbrennende Kohle hinterbleibt. Die bei jenen Brennstoffen während des ersten Stadiums sich entwickelnde Hitze muß nicht nur deßhalb groß sein, weil eine reichlichere Menge von Brennmaterial zur Verbrennung kommt, sondern hauptsächlich auch die Menge des Wärme erzeugenden Wasserstoffs verbrennt, welche bei einem Verbrauche bei drei Mal so viel Sauerstoff auf ein Gewichtstheil $4\frac{1}{2}$ Mal so viel Wärme entwickelt, als bei der Verbrennung eines gleichen Gewichtstheiles Kohle entsteht. Wichtiger noch als dieser aus der chemischen Zusammensetzung zu erklärende Einfluß auf den Gang der Verbrennung, ist, nach Fischer, das Verhältniß zwischen Gewicht und Volumen der einzelnen Brennmaterialien und die Form, in der sie zur Verbrennung gebracht werden. Bei jeder Verbrennung der Heizmaterialien findet der Proceß der trocknen Destillation statt, indem aus dem Innern derselben eine Menge brennbare Gase, wie Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoff, Wasserstoffgas rc. sich entwickeln und Kohle zurückbleibt. Da diese Destillationsprodukte zuerst mit dem Sauerstoffe der Verbrennungsluft in Berührung treten, bilden sie die Flamme, die anfangs die Kohle einschließt und sie dem Zutritte des Sauerstoffes entzieht, bis die Entwicklung der Flamme aufhört. Da

nun die lockeren (weichen) Hölzer, mehr noch der lockere faserige Torf, dem Processe der trocknen Destillation sich mit einer großen Oberfläche darbieten, so müssen sie in kürzerer Zeit unter starker Flammenbildung ihre Wärme entwickeln, die bei gewöhnlichen Ofenanlagen meist nicht in der gehörigen Weise aufgenutzt werden kann. Die zurückbleibende Kohle ist voluminös und locker, verbrennt ebenfalls sehr schnell und liefert keine nachhaltige Wärme. Dazu kommt noch, daß, je mehr Oberfläche ein Brennstoff darbietet, um so mehr eine, große Fläche darbietende Kohlenentwicklung stattfindet, wobei die den gewöhnlichen Brennmaterialien nie fehlende Menge des Wassers schnell aus dem Innern des Brennmateriales ausgetrieben und durch das Streichen über die glühende Kohle um so leichter in Kohlenoxydgas und Wasser zerlegt wird, wodurch einerseits ein neuer Theil der Kohle an dem ersten Stadium der Verbrennung, der Flammenbildung, Theil nimmt, andererseits leicht eine Entweichung des Kohlenoxydgases als solches stattfindet, in welchem Falle ein empfindlicher Verlust an Wärme eintritt, indem die zu Kohlenoxyd verbrannte Kohle nur 2471 Wärmeeinheiten liefert, während bei der vollständigen Verbrennung zu Kohlensäure 8080 Wärmeeinheiten entwickelt werden. Daß der Grund für den geringeren Werth obiger Brennmaterialien bei gewöhnlichen Feuerungen wirklich auf angeführten Vorgängen beruht, ersieht man daraus, daß dieselben Erscheinungen hervorgerufen werden, wenn man andere Brennmaterialien in angemessener Zerkleinerung, harte Hölzer z. B. in der Form von Hobelspänen, zur Verbrennung bringt. In diesem Falle wird die Verbrennung in demselben Maße rasch unter bedeutender Wärmebildung verlaufen und wenig Kohle hinterlassen. Compacte Stücke hingegen werden sich langsam verzehren und die Umgebung stundenlang auf einer mäßigen Temperatur zu erhalten vermögen. Wird die Zerkleinerung des Brennmateriales oder die Lockerheit in dem Zusammenhange der einzelnen Theile gesteigert, so tritt ein anderer Umstand ein, der den oben angegebenen Verlauf der Verbrennung in sein Gegentheil verkehrt und den Nutzen, den man aus der raschen, unter Flammenbildung verlaufenden Verbrennung zur Erzeugung hoher Temperaturen für gewisse technische Zwecke erzielen kann, namentlich für Torf, illusorisch macht. Durch das enge Zusammenhäufen zerkleinerten Brennmateriales oder durch Auseinanderfallen desselben auf dem Rost entstehen große Unregelmäßigkeiten im Verlauf der Verbrennung, indem ein Theil des Brennmateriales durch den Rost fällt und hier der Luft einen starken Zug gestattet, während an anderen Stellen durch das dichte Auflagern des Brennmateriales der Zug gehindert wird. Während in jenem Falle ein Theil des Brennmateriales im Aschenraum ungenutzt bleibt, tritt in der andern Menge des Brennmateriales wegen Mangel an Sauerstoff eine unvollständige Verbrennung ein; in beiden Fällen aber tritt ein Ausfall an nutzbarer Wärme ein.

Die Güte des Torfes steht nach Obigem in einem starken Verhältnisse zu seiner Festigkeit und Dichtigkeit, und wo die Natur diese Eigen-

schaften des Torfes nicht bietet, muß demselben durch geeignete Behandlung dieselbe beschafft werden; auf diesem Grundsatz beruht auch die später beschriebene Verdichtung des Torfes von Challeton. Es fallen mit vermehrter Festigkeit und Dichte auch die Uebelstände weg, die der Anwendung bedeutender Torfmassen im Wege stehen, wo es sich darum handelt, den Torf aus entfernten isolirten Lagerstätten erst an den Ort des Verbrauches zu schaffen. Das bedeutende Volumen macht den Torf kostbar, wenn, was nicht selten, die Kosten des Transports nicht nach dem Gewicht, sondern nach dem Volumen berechnet werden; andererseits ist es nicht möglich, die lockere, zerfallene Masse ohne großen Abfall einem weiten Transport zu unterwerfen. Selbst das große Aufstellen großer Torfmassen von losem Zusammenhang in Schuppen und auf Lagerstätten ist nicht ohne bedeutenden Verlust, der durch das Zerdrücken der unten liegenden Torfsteine verursacht wird.

Wie groß die Unterschiede in dem Verhältnisse zwischen Volumen und Gewicht für die verschiedenen Torfsorten sein können, geht aus den von Karmarsch für die hannöverschen Torfsorten angestellten Untersuchungen hervor. Er fand im Durchschnitt für nachstehende Torfsorten die specifischen Gewichte:

1) heller Rasentorf . . . . 0,113 — 0,263,
2) junger dunkler Torf, erdige Masse mit Wurzeln durchzogen . . . . 0,240 — 0,600,
3) alter Erdtorf ohne Faser . . . . 0,564 — 0,902,
4) alter Pechtorf . . . . 0,634 — 1,033.

Dem Gewichte nach liefern diese Torfsorten im Verhältniß ihrer Schwere und Dichtigkeit folgende Wärmeeffecte:

100	Kilogramm gelber Torf	=	94,6	Kilogramm lufttrock. Fichtenholz,
100	" brauner Torf	=	107,6	" " "
100	" Erdtorf	=	104,0	" " "
100	" Pechtorf	=	110,7	" " "

Dem Volumen nach stellt sich das Verhältniß in folgender Weise:

100	Kilometer gelber Torf	=	33,2	Kilometer lufttrocken Fichtenholz,
100	" brauner Torf	=	89,7	" " "
100	" Erdtorf	=	144,6	" " "
100	" Pechtorf	=	184,3	" " "

Da es für die Praxis von bedeutendem Werthe sein kann, das Gewicht, welches gleiche Volumina Torf haben, für die verschiedenen Torfarten zu bestimmen, die Bestimmung des specifischen Gewichts beim Torf aber schwierig ist, so bestimmt man nach Brix das kubische Gewicht des Torfes für praktische Zwecke hinreichend genau, wenn es nicht durch Wägung und Messung regelmäßig geformter Probestücke zu erhalten ist, in folgender einfachen Weise: Es werden nämlich mehrere Torfstücke in einer Kiste von genau bekanntem Inhalte gewogen, dann der übrige Theil des Kastens und die Zwischenräume mit trocknem Sande gefüllt, und aus dem Gewichte dieses Sandes und aus dem

vorher ermittelten Gewichte eines Kubikfußes dieses Sandes das Volumen des Torfes berechnet.

Nach Mulder ist die Zusammensetzung der organischen festen Torfmasse des Torfes:

Friesland . .	59,42	Kohlenstoff,	5,87	Wasserstoff,	34,71	Sauerstoff
dergleichen .	60,41	"	5,57	"	34,02	"
Holland . .	59,27	"	5,41	"	35,32	"
Vulcaire . .	60,40	"	5,86	"	33,64	"
Long . . .	60,89	"	6,21	"	32,90	"
Champ du feu	61,05	"	6,45	"	32,50	"
Nach Regnault:						
Vulcaire . .	61,34	"	6,15	"	32,53	"
Long . . .	61,86	"	6,40	"	31,74	"
Champ du feu	61,05	"	6,45	"	32,50	"

2. Der Aschengehalt des Torfes.

Die unorganischen Theile der festen Torfmasse bestehen aus Kieselerde, Kalkerde, Thonerde, Eisenoxyd, Phosphorsäure und Schwefelsäure zum größten Theil mechanisch beigemischt. Auch bei der chemischen Zusammensetzung der Holzfaser findet man einen geringen Theil unorganischer Bestandtheile, welche beim Verbrennen als Asche zurückbleiben; den Aschengehalt der Hölzer kann man auf noch nicht 1 Proc. veranschlagen; bei der Verwendung der Hölzer als Brennmaterial kommt dieser Gehalt in gar keinen Betracht. Da nun, wie wir bereits zum öftern erwähnt, diejenigen Brennmaterialien wie Torf, Braun- und Steinkohle in der Weise aus der Holzfaser entstanden sind, daß ein Theil der Bestandtheile in Folge eines Zersetzungsprozesses als gasige Produkte ausgeschieden worden, so muß in den zurückbleibenden Resten organischer Bestandtheile eine relative Anhäufung der vollständig zurückbleibenden unorganischen Bestandtheile stattfinden, d. h. der Aschengehalt muß größer sein. Die Alkalien, welche in der Asche der Hölzer einen bedeutenden Antheil ausmachen, sind durch das Wasser aufgelöst und weggespült; dennoch aber finden sich in der Asche des Torfes alle nicht löslichen Theile der Pflanzenasche, so wie eine Menge mechanischer Beimengungen, welche aus der erdigen Umgebung ihm durch das Wasser zugeführt wurden und die bei der Verbrennung als Asche zurückbleiben. Nur wenige sehr reine Torfsorten liefern eine geringe Aschenmenge von etwa nur 1 Proc. Der Aschengehalt ist durch die mechanische Verunreinigung mit Sand, Thon, Kalk ꝛc. oft sehr bedeutend, und meist bedeutender als der bei anderen Brennmaterialien. Einhof erhielt bei Zerlegung von 100 Gewichtstheilen Torfasche =

41,00 Kieselerde,
20,50 Thonerde,
15,25 Kalkerde,
15,00 phosphorsaure Kalkerde,

5,50 Eisenoxyd,
1,50 Kochsalz und Gyps.

Die durchschnittliche Aschenmenge des Torfes ist 10—12 Proc.; doch gehört ein Torf von 20 Proc. Asche durchaus nicht zu den Seltenheiten, und steigt die Aschenmenge mitunter bis zu 30 und einigen Procenten; dieselbe ist bei weitem größeren Schwankungen unterworfen als die des Holzes; dies ergiebt sich bei folgender Zusammenstellung 60 verschiedener Torfsorten, von welchen jedoch die Arten nicht angegeben sind, nach Karsten:

4 Sorten	untersucht	von	Karmarsch	hielte	1— 10 %	Aschenmenge
1	"	"	Suersen	"	2,2 %	"
2	"	"	Schübler	"	2,3— 7,2 %	"
3	"	"	Mulder	"	4,61—5,58 %	"
3	"	"	Achard	"	9,3—11,1 %	"
2	"	"	Einhof	"	14,3—14,4 %	"
4	"	"	Buchholz	"	21,5—30,5 %	"
41	"	"	Winkler	"	1— 24 %	"

Es differiren die Grenzen der Aschenmengen der untersuchten 60 Torfsorten also zwischen 1 Proc. und 30,5 Proc. Vergleichen wir hiermit die Höhe der Aschenmengen des Torfes mit der anderer Brennmaterialien, so finden wir, wie bereits erwähnt, die Beimengung schädlicher Stoffe beim Torfe am größten; Holz liefert nur etwa 1 Proc., Braunkohle 5—10 Proc., Steinkohle durchschnittlich 5 Proc. und Torf bis zu 33 Proc.

Nach Lübe zeigen die auf der Hütte Buchscheiben bei Klagenfurt zur Verwendung kommenden Torfsorten folgenden Aschengehalt:

Feinfaseriger Osterbauer Torf	4,5 %
Radmeger Specktorf . . .	3,5 %
Feinfaseriger Radmeger Torf	8,0 %
Gestrichener Osterbauer Torf .	14,0 % — 28,5 %

Zu große Aschenmengen sind stets mit großen Nachtheilen verbunden; sie vertheuern durch den Transport einer großen Masse unbrauchbaren todten Materiales die Frachten, und da bei weitem weniger eigentliches Brennmaterial in einem großen Volumen enthalten, verschlechtern sie den Heizeffect des verwendeten Materiales selbst. Die Anhäufung großer Aschenmengen auf Fabrikanlagen bringt fernere Inconvenienzen hervor, indem sie in einem weiten Kreise Alles verunreinigt und man wohl gar genöthigt wird, auf deren Entfernung neue Kosten zu verwenden; es gilt dies namentlich bei Verwendung des bauschigen, faserigen Torfes, welcher stets eine Flugasche erzeugt, die fein in der Luft vertheilt durch Fenster und Thüren bringt und Alles mit feinem Staub überzieht — der comprimirte oder verdichtete, zuvor von seinen erdigen schädlichen Nebenbestandtheilen gereinigte Torf thut dies weniger. Nach den von Brix aufgestellten Berechnungen über den Aschengehalt mehrerer von ihm untersuchten Torfsorten sehen wir, wie groß dieser Aschengehalt werden kann:

I	Torf mit	10 %	Asche liefert auf	1	Klafter Brennm.	205	Pfd.	Asche
II	" "	10,5 %	" " "	1	" "	258	"	"
III	" "	8,2 %	" " "	1	" "	136	"	"
IV	" "	10,5 %	" " "	1	" "	255	"	"
V	" "	10 %	" " "	1	" "	211	"	"

Von den ersten drei Sorten wog der Kubikfuß Asche durchschnittlich 20 Pfund, für die andern 2 Sorten war das Mittel für den Kubikfuß Asche 23,5 Pfund. Dem Volumen nach ergab sich für die verbrauchte Klafter Torf an Asche:

I	gab man der Klafter Torf	= 10,5	Kubikfuß Asche,
II	" " " " "	= 11,0	" "
III	" " " " "	= 7,4	" "
IV	" " " " "	= 11,3	" "
V	" " " " "	= 8,6	" "

Bei der Verbrennung von Torf sind meist die Bestandtheile der Asche von keinem Interesse; es genügt die quantitative Bestimmung derselben vollkommen, diese ist leicht zu bestimmen; man nimmt zu diesem Behufe eine gute mittlere Probe des zu verbrennenden Torfes, wiegt diese genau ab und verbrennt sie bei mäßigem Luftzutritt in einem porzellanenen Schmelztiegel, läßt denselben, nachdem er zur Vermeidung der Anziehung von Feuchtigkeit gut zugedeckt ist, erkalten, und wiegt sodann die Menge der erhaltenen Asche, indem man sorgfältig vermeidet, daß die Luft Aschentheilchen dabei fortführen kann. Wie die Quantität Asche bei verschiedenen Torfsorten verschieden ist, eben so verschieden ist auch die Qualität derselben, und zeigen deßhalb auch qualitative Analysen ganz verschiedene Resultate. Einhof fand für die Asche in 100 Theilen:

15,25 . .	Kalkerde,
20, 5 . .	Thonerde,
5, 5 . .	Eisenoxyd,
41, 5 . .	Kieselerde,
15, 0 . .	phosphorsaure Salze,
1,55 . .	Chlorcalcium und Gyps,

wie wir dies bereits weiter oben angeführt haben; Wolf dagegen fand in zwei Torfsorten aus der Mark in 100 Theilen:

15,25 . .	20,00	Kalk,
20,50 . .	47,00	Thonerde,
5,50 . .	7,50	Eisenoxyd,
41,00 . .	13,50	Kieselerde,
3,10 . .	2,60	phosphorsauren Kalk und Gyps; in

einer Torfasche von Schwenningen fand Schübler sogar 34 % phosphorsaure Salze. Die Ermittelung des Gehaltes an phosphorsauren Salzen erhält dann einen Werth, wenn die Asche zu Dungmittel verwendet werden soll, so wie der Gehalt an Eisen, wenn der Torf auf Kupferhütten verwendet werden soll. Die Menge der erdigen Bestand-

theile kann nachtheilig sein, wenn der Torf zur Eisenerzeugung verwendet werden soll.

3. Der Wassergehalt des Torfes.

Der in Torfmooren gewonnene geformte und an der Luft getrocknete Torf verliert höchstens die Hälfte seines Gewichtes an Wasser, und sein Volumen kann in demselben Grade schwinden; in der anscheinend trockensten Torfmasse ist stets noch ein Rest von mechanisch eingeschlossenem Wasser vorhanden, der durchschnittlich 25 Proc. beträgt, also im Vergleich zum Wassergehalt des Holzes (15 Proc. bei Nadelhölzern, 17 Proc. bei Laubhölzern) und der Steinkohlen (durchschnittlich nur 3 Proc.) immer noch sehr bedeutend ist. Dieser bedeutende Wassergehalt bringt wegen des Transports dieselben Nachtheile, wie ein zu hoher Aschengehalt; je wasserreicher ein Torf ist, um so größer ist auch sein Volumen, und bei Anwendung eines solchen Torfes in einem technischen Betriebe, für die ein regelmäßiger Gang der Prozesse eintritt, können bedeutende Störungen eintreten in Hinsicht der Hervorbringung des Wärmeeffectes, da zur Verdampfung eines Gewichtstheils Wasser von 100° so viel Wärme erfordert wird, als hinreichen würde, um 5,5 Gewichtstheile Wasser von 0° auf 100° zu erwärmen.

Um eine Einsicht in die Menge sonst nutzbarer Wärme zu erhalten, die durch den Wassergehalt des Brennmateriales absorbirt wird, wählen wir die von Brix angestellten Untersuchungen für Torf von einem durchschnittlichen Wassergehalte von 25 Proc. Ein Gewichtstheil der von ihm untersuchten Torfsorten liefert an nutzbarer Wärme, ausgedrückt durch die Gewichtstheile Wasser, die dadurch von 0° bis zur Verdampfung gebracht werden.

Torf von Linum-Flatow 1. Sorte = 3,66.
" " " " 2. " = 3,62.
" " " " 3. " = 3,65.
" " Neulangen 1. " = 5,65.
" " " " 2. " = 3,43.

Ist der Wassergehalt des Torfes (in unserm Falle also 25 Proc.) bestimmt, so läßt sich weiter der nutzbare Heizeffect für das vollkommen trockene Material bestimmen, indem man von folgender Betrachtung ausgeht: wenn ein Gewichtstheil Brennmaterial mit 25 Proc. hygroskopischem Wasser 3,66 Gewichtstheile Wasser von 0° in Dampf von 110 – 115° Celsius verwandelt, so sind in Wahrheit nur 0,75 Gewichtstheile reines Brennmaterial erforderlich gewesen, um diesen Effect hervorzubringen. Diese 0,75 Gewichtstheile haben aber nicht nur die 3,66 Gewichtstheile verdampft, sondern auch noch die im Brennmateriale enthaltenen 0,25 Gewichtstheile Wasser, also in Summa 3,91 Gewichtstheile Wasser. Da 0,75 Gewichtstheile Brennmaterial 3,91 Gewichtstheile Wasser verdampfen, so verdampft 1 Gewichtstheil trocknen Brennmaterials $\frac{3,91}{0,75}$ Diese Berechnung ist in sofern nicht

ganz genau, als das hygroskopische Wasser im Brennmateriale nicht gerade die Temperatur von 0°, sondern eine höhere, die mit der Temperatur im Verbrennungslocale etwa übereinstimmt, gehabt hat und andererseits dasselbe nicht mit der Temperatur des verdampften Wassers, sondern mit der der Gase verglichen ist. Aus dem ersten Grunde mußte die, für das hygroskopische Wasser zur Anwendung gekommene Wärme vermindert, und aus dem zweiten Grunde vermehrt werden; in gewöhnlichen Fällen wird aber hierdurch zugleich eine vollständige Ausgleichung stattfinden. Bringt man aber die nöthige Correctur an, indem man die Temperatur des Wassers in dem Brennmateriale etwa 18° Celsius und die der entweichenden Gase etwa 160° Celsius setzt, so wird die Wärmemenge, welche von den 25 Proc. Wasser verbraucht worden ist, $\frac{510}{512}$ Mal geringer, als die ist, wenn das Wasser von 0° zur Verdampfung gebracht wäre. Die nutzbare Wärmemenge für ein Gewichtstheil des völlig trocknen Materiales ergiebt sich dann:

Torf von Linum-Flatow	1.	Sorte	=	5,22.
"	"	"	2.	"	= 5,16.
"	"	"	3.	"	= 5,07.
"	" Neulangen	1.	"	= 5,19.	
"	"	"	2.	"	= 4,77.

Bei Anwendung von wasserhaltigem Brennmateriale tritt immer Verlust ein, als zur Verdampfung des Wassers Wärme aufgewendet werden muß. Der Vortheil einer lebhafteren Verbrennung durch Zerlegung von Wasserdampf dürfte sich nur auf ein Geringes beschränken, da der größte Theil des Wassers sofort als Dampf entweicht, ehe er zur Zersetzung kommt; durch die dabei stattfindende Herabsetzung der Temperatur ist die unvollständige Verbrennung eine viel nähere Folge.

Der Wassergehalt, den Brennmaterialien im lufttrocknen Zustande immer noch haben, ist gerade bei Holz und Torf, die am reichsten daran sind, um so nachtheiliger, da bei ihnen der reiche Gehalt an Sauerstoff, den die Elementaranalyse zeigt, eine reichliche Wasserbildung mit dem entsprechenden Antheile von Wasserstoff veranlaßt, die ebenfalls von keiner Wärmeentwicklung begleitet ist.

Die zum Schmelzen erforderlichen Temperaturen liegen meist sehr hoch. Wendet man nun ein Brennmaterial an, welches diese Temperatur nicht erzeugen kann, so werden natürlich die gewünschten Resultate nicht erzielt werden, und führte man auch noch so große Mengen Brennmaterial in den Feuerungsraum. Für die gewöhnlichen Hüttenprozesse sind nun die durch trockene Brennmaterialien erzeugten Temperaturen meist ausreichend, nicht so die durch Anwendung vom wasserhaltigem Material zu erreichenden. Bester gedarrter Torf liefert etwa 2000° Celsius, lufttrockner Torf mit 25 Proc. Wasser 1750° Celsius, und nicht vollständig lufttrockner Torf mit 30 Proc. Wasser 1600° Celsius.

4. Die Bestimmung des Kohlengehaltes des Torfes.

Zur Bestimmung des Kohlengehaltes wird ein Stück Torf von mittlerem Wassergehalt ausgewählt, pulverisirt und circa 5 Gramm in einen kleinen Porzellantiegel gebracht und vorsichtig in einer warmen Ofenröhre oder über einer Spirituslampe bis zu 110° Celsius erwärmt, und zwar so lange, als eine darüber gehaltene kalte Glasplatte noch mit Wasserdämpfen beschlägt; hierauf wird der kleine Tiegel wohl bedeckt der starken Hitze einer Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge ausgesetzt; die gebildeten Gase treten aus dem Tiegel aus und verbrennen an den Fugen des Deckels. Hört diese Erscheinung auf, so läßt man den Tiegel mit seinem Inhalte erkalten und wiegt wieder; aus dem Gewichtsverlust findet man den Gehalt an flüchtigen bituminösen Stoffen, welche sich durch Zersetzung gebildet haben. Der Rückstand im Tiegel wird gewogen und als Kohle nebst Asche notirt. Vohl fand bei Analyse des oldenburger und hannöverschen Stichtorfes in 100 Pfund im lufttrockenen Zustande:

9,063 Theer,
40,000 ammoniakalisches Wasser,
35,312 Kohle (Koaks),
15,625 Gas und Verlust.

Derselbe Analytiker fand bei Untersuchung einer russischen Torfkohle: 33 % ammoniakalisches Wasser,
35,815 % Kohle,
11,344 % Theer.

Nach der Analyse von Brix enthalten folgende Torfsorten:

Stichrevier Linum-Flatow I. Sorte 10,0 % Asche, 25 % Wasser, die Klafter zu 138,4 Kubikfuß oder 3300 Pfund, 5,22 nutzbaren Heizeffect à Pfund trocknen Torfes.

Stichrevier Linum-Flatow II. Sorte 10,5 % Asche, 25 % Wasser, die Klafter zu 138,4 Kubikfuß oder 2800 Pfund, 5,60 nutzbaren Heizeffect à Pfund trocknen Torfes.

Stichrevier Linum-Flatow III. Sorte 8,2 % Asche, 25 % Wasser, die Klafter zu 138,4 Kubikfaß oder 2200 Pfund, 5,07 nutzbaren Heizeffect à Pfund trocknen Torfes.

Stichrevier Büchfeld-Neulangen I. Sorte 10,5 % Asche, 25 % Wasser, die Klafter zu 138,4 Kubikfuß oder 2300 Pfund, 5,19 nutzbaren Heizeffect à Pfund trocknen Torfes.

Stichrevier Büchfeld-Neulangen II. Sorte 11,0 % Asche, 25 % Wasser, die Klafter zu 138,4 Kubikfuß oder 2650 Pfund, 4,77 nutzbaren Heizeffect à Pfund trocknen Torfes.

5. Die Gewinnung des Torfes.

Der Torf ist entweder zur Feuerung oder zu anderem wirthschaftlichen Gebrauch tauglich und seine Gewinnung bald mit Nutzen, bald mit Schaden verbunden; deshalb untersucht man die Torflager vor deren Inangriffnehmen sorgfältig. In Ansehung der Gewinnung ist

zu untersuchen, ob die umliegende Gegend Mangel an Brennmaterial leide, wie hoch die verschiedenen Holzsorten im Preise stehen, ob sich in der Nähe bedeutende Städte und Ortschaften, sowie industrielle Anlagen befinden, welche einer großen Menge Brennmateriales bedürfen, ob ein leichter Transport stattfindet, wie tief der Torf liegt, welches seine Unterlagen sind, ob der Torf von guter oder geringer Beschaffenheit ist, ob er sich leicht comprimiren lasse, ob er gut kohlt, und welche schädlichen Bestandtheile seine Asche enthält, ob eine ausreichend große Menge Torf in dem Moore vorhanden ist, um darauf eine größere, kostspieligere Ausbeutung begründen zu können, und ob das Wasser leicht abzuleiten ist.

Die Frage wegen leichten Transports ist eine sehr wichtige; denn es ist sehr leicht möglich, daß durch weiten beschwerlichen Transport der Torf theurer zu stehen kommt, als das Holz selbst. Stehen Canäle zu Gebote, kann er auf Eisenbahnen transportirt werden, so suche man das Moor mit diesen Communicationsmitteln durch kurze Schienenwege in Verbindung zu setzen.

Oft liegt der Torf 3 bis 4 Fuß unter der Oberfläche, namentlich da, wo dieselbe schon etwas mehr ausgetrocknet ist und als Weide oder Wiese benutzt wird. Ist dies der Fall, so wird nicht allein der Grund und Boden in höherem Preise stehen, sondern das Abräumen wird größere Summen erfordern; man muß deßhalb die Mächtigkeit des Torfes genau untersuchen und die daraus zu gewinnenden Massen berechnen, um zu sehen, ob letztere die nöthigen Kosten ersetzen und die daran gewendete Arbeit und Mühe lohnen; denn es kann sehr leicht der Fall eintreten, daß diese Kosten viel größer sind, als daß sie durch das Produkt gedeckt werden können. Die Untersuchung des Torfmoores in Bezug auf Mächtigkeit, d. h. wie lang, breit und tief sein Lager fortsetzt, geschieht auf folgende Weise: Man bohrt mit dem Torfbohrer das Moor ab, oder gräbt an verschiedenen Stellen circa 9 Fuß in Quadrat haltende Oeffnungen durch das Torfmoor hindurch bis auf seine liegende Sohle und berechnet hiernach den Inhalt des ganzen Torfmoores; je tiefer dasselbe ist, desto größer ist der Vortheil seiner Ausbeutung. Bei dieser Untersuchung beachtet man gleichzeitig die Qualität des Torfes an den verschiedenen Stellen des Moores. Derjenige Torf ist der beste, welcher wenig oder nichts von feuerbeständigen Erden und von halbvermoderten Pflanzen und Holztheilen enthält, aber desto mehr ölige und harzige Stoffe, der sich nicht zu leicht in Brand setzen läßt, aber ein Mal brennend eine desto größere Hitze und wenig Rauch von sich giebt; dahingegen derjenige Torf der schlechtere ist, welcher wenig mit öligen und harzigen, aber mit desto mehr erdigen Stoffen vermischt, von halb vermoderten Pflanzen und Holze durchwebt, sehr leicht ist, beim Trocknen wenig schwindet, sich leicht entzündet und in helle Flammen aufgeht, aber nur schwache Hitze und keine Kohlen macht, und desto größere Quantitäten von Asche zurückläßt. Um einen übersichtlichen Gehalt des Moores zu bekommen, formt man die

aus jedem Untersuchungs-Schacht herausgegrabenen Torfarten für sich, trocknet sie und versucht sie sodann sowohl in offener als geschlossener Feuerung. Ein guter Torf soll sich rein und fettig anfühlen; muß dicht und schwer sein; muß frisch gestochen gut zusammenhalten und darf getrocknet nicht aus einander fallen; muß sich leicht entzünden lassen; ein starkes anhaltendes Glühfeuer geben; darf mit keinem stinkenden Rauche verbrennen und wenig Asche hinterlassen; es kommt ferner darauf an, ob sich die Torfkohlen gut löschen, groß, hart und dicht bleiben; ein solcher Torf ist geschickt, um als Brennmaterial benutzt zu werden. Derjenige Torf, welcher wenig Hitze giebt, mit saurer Erde vermengt ist, an der Luft leicht zerfällt, auch beim Brennen einen üblen Geruch verbreitet, ist hingegen nur zur Verbesserung der Felder zu benutzen. Um die Menge zu bestimmen, so läßt man, wie erwähnt, über die Länge und Breite des Torfmoores in bestimmten Abständen von einander Untersuchungsschachte von 9 Fuß ins Quadrat bis auf den Grund des Moores abteufen, und den Torf in Stücken, welche getrocknet 1 Fuß lang, 6 Zoll breit und 4 Zoll dick sind, stechen oder formen, sodaß 8 Stück einen Kubikfuß betragen. Sind nun diese Torfstücke trocken, so berechnet man deren Menge nach Maß oder Gewicht, und erfährt, wie viel Klafter, Centner oder Stücke jede einzelne Grube gehalten hat, summirt den Inhalt sämmtlicher Gruben, sucht von denselben das arithmetische Mittel und berechnet hiernach die Menge des Torfes, welche nun aus dem ganzen Moore, dessen Flächeninhalt bekannt ist, mit Zuverlässigkeit gewonnen werden kann. Eben so einfach läßt sich auf empirische Weise die Heizkraft des Torfes untersuchen. In zwei gleichen und ähnlichen Kesseln dampfe man, in dem einen bei Holzfeuer, in dem andern bei Torffeuer, eine gleiche Menge Wasser ab, und bestimme zugleich sowohl die Menge Holz und Torf nach Maß oder Gewicht, als die Zeit, welche, um gleiche Wirkungen hervorzubringen, dazu erforderlich war. Was nun an Holz und Torf verbraucht worden, berechne man zu Gelde, und man wird, zumal, wenn dieser Versuch mehrmals wiederholt worden, sehr genau erfahren, wie sich der Brand des Torfes zu dem des Holzes, mit und ohne Rücksicht auf Zeit, in Gelde verhalte; im gemeinen Leben nimmt man an, daß 100 Kubikfuß frisch gestochener Torf nach gehöriger Trocknung so viel Hitze geben als 84 Kubikfuß Kiefernholz, wenn der Torf von bester Qualität ist, und daß dies, je nach der Güte abwärts steige bis zu einer Hitze die 42 Kbkf. Holz geben; es ist demnach die Scala der Hitze von 100 Kbkf. Torf gerade um 42 Kbkf. verschieden.

Wenn man sich von der Brauchbarkeit und Rentabilität eines Torfmoores überzeugt hat, und will nun an die Arbeit der Torfgewinnung gehen, so ist das Erste, daß man eine zweckmäßige Wasserlosung einrichte, zu welchem Behufe man den Torfstich durch geschickte Anlage von Haupt-, Neben- und Quergräben nach und nach seines Wassers zu entledigen sucht. Der Hauptgraben wird oben 2—3 Ellen, unten ½ bis 1 Elle breit bis auf die Sohle des Torfes niedergebracht; an

den Stellen, wo die Sohle des Torflagers zu schwach ist, durch den Untergrund hindurch und zwar so, daß dieser Hauptgraben ein angemessenes Fallen hat; aus diesem Hauptgraben werden sodann nach Erforderniß Quergräben gezogen; entblößt man zu schnell und auf ein Mal den Torfstich seines Wassers, so hat man den größten Nachtheil davon, indem man dann keine ganzen Torfstücke mehr erhält. Zu dem einfachsten Betriebe eines Torfstiches sind zwei Arbeiter erforderlich; zuerst wird mit einer Schaufel der oberflächliche Rasen entfernt, sodann werden mit dem Torfeisen (dieses ist von Blech 4 Zoll breit und 18 bis 20 Zoll lang ausgeschmiedet) die Torfziegel vorgezeichnet und abgestochen, und in Laufkarren, die nur einen Boden und eine Rückwand haben, bis zum Trockenplatz gefördert.

Hat man einen Theil des Torfmoores zwischen zwei Gräben, die in der Quere gezogen sind, zum Ausstechen bestimmt, so läßt man einen Streifen von etwa 10—12 Fuß in der Breite parallel mit dem Nebengraben, und von einem Quergraben zum andern abräumen, den Rasen, das Moos, so wie alles, was nicht zum Brennen taugt, auf das nächste Torffeld, wo es nicht im Wege ist, auf einen Haufen bringen. Anfänglich legen alle Arbeiter bei dem Abräumen gemeinschaftlich Hand an; in der Folge wird es speciell vertheilt, um die übrige Arbeit regelmäßig fortsetzen zu können. Hat man den ganzen Streifen ein Paar Fuß tief ausgestochen, so kommt die Reihe an den nächsten ebenso großen zweiten Streifen, welchen indessen ein anderer Arbeiter abgeräumt hat, und so an den dritten, vierten und sofort, bis endlich über das ganze Torffeld ein strossenartiger Abstich erfolgt ist. Sodann vertieft man die Nebengräben und nimmt nun über das ganze Torffeld einen ebenfalls wieder strossenartigen tieferen Abstich vor, und so nach jedesmaliger Vertiefung der Gräben den dritten u. s. w., so lange es die Mächtigkeit des Torfstiches erlaubt.

Da der Nachwuchs des Torfes, wie oben erwähnt, außer Zweifel gesetzt ist, so sucht man ihn wieder künstlich zu befördern, um den Nachkommen wieder Brennmaterial zu sichern. Zu diesem Behufe läßt man auf der Sohle eine Schicht von drei Ziegeln Höhe stehen, und breitet über den Boden des Torffeldes den Abraum, welcher noch Samen und frische Wurzeln enthält, und dämmt die Quer- und Nebengräben so hoch mit Rasen auf, daß dieser Abraum bis zu seiner Oberfläche stets feucht bleiben muß. Sobald man bemerkt, daß der Torf wieder nachgewachsen und die darüber befindlichen Sumpfgewächse aus Mangel an Feuchtigkeit zu verdorren beginnen, so erhöhe man die oben erwähnten Dämme wieder um so viel, als erforderlich ist, um die Oberfläche des Rasens feucht zu erhalten, und damit wird so lange fortgefahren, bis der Moorsumpf wieder ganz mit Torf ausgefüllt ist. Die Erhaltung des Torfes in steter Feuchtigkeit ist nicht nur zur Beförderung des Nachwuchses, sondern selbst zur Verwahrung gegen Brand von äußerster Nothwendigkeit.

Durch das Formen in Steine wird aller Torf verbessert und so-

wohl zum Verbrennen, als zum Verkohlen brauchbarer; vornehmlich aufwendbar wird er, wenn schwerer und reiner Torf zu Schmelz- oder Schmiedefeuer verbraucht werden soll; der Torf wird durch das Formen dichter und giebt eine schwerere und festere Kohle. Es wird der Torf ausgestochen, zerkleinert, mit Wasser eingesümpft, mit den Füßen wohl durchgeknetet, bis er recht zähe und von fremden Beimischungen gereinigt ist; der auf diese Weise vorgerichtete Torf ist ein breiartiger Teig, welcher nun mit den Händen in Formen gedrückt wird; die Formen sind länglich viereckige Kästen, unten und oben offen, und enthalten von 4—20 Stück Steine auf ein Mal, je nachdem man sie auf dem Tische oder auf ebenem Boden streicht. Ist eine Form mit vier Abtheilungen auf dem Formtische vollgedrückt, so nimmt sie der Arbeiter weg und leert dieselbe aus, indem er sie mit einem leichten Schlag auf den Boden legt, wo die Steine so lange liegen bleiben, bis sie trocken sind. Formt man in Formen von 20 Steinen, so wird die Form auf den Trockenplatz gelegt und mittelst der Schaufel gefüllt und festgedrückt, sodann wird die Form behutsam abgehoben und die Steine bleiben am Boden liegen. Uebrigens sind die Formtische, Formen und das Formen der Steine gerade so, wie später bei den Braunkohlen näher beschrieben ist, und verweisen wir hier auf die Aufbereitung der Braunkohlen.

Es mögen nun die Torfsteine bloß gestochen oder geformt sein, so werden sie, nachdem sie etwas abgetrocknet sind, in Haufen gesetzt, damit sie allmählig austrocknen, weshalb man sie auch zuerst recht luftig aufstellt und zwar in Haufen von 10 Stück, wo 3 Mal 3 auf einander, der 10. Stein aber oben aufgelegt wird; man stellt die die Steine auf ihre schmale lange Seite, und läßt sie so, je nachdem die Witterung günstig ist, 14 Tage und noch länger stehen; sodann setzt man zwei solcher Haufen in einen so um, daß nun die zu unterst gestandenen Steine zu oberst zu stehen kommen. Hat er in solchem Haufen die gehörige Trockne bekommen, so wird er in meilerartige runde Haufen von 20 und noch mehr Schocken um einen fest in den Boden gerammten Pfahl aufgestellt und mit einem leichten Binsen- oder Strohdache versehen. Man kann nun den Torf in solchen Haufen bis zu seinem Verbrauch stehen oder in die Trockenhäuser abfahren lassen. Das Aufsetzen des Torfes läßt man durch Mädchen und Weiber besorgen.

Der Torf ist das einzige Brennmaterial, was außer der Braun- und Steinkohle das Brennholz ersetzen kann; man hat ihn schon vor langen Zeiten roh und verkohlt angewendet, zu denselben Zwecken, wozu man außerdem Holz oder Holzkohlen verwendet. In Stuben ist er eine sehr angenehme Feuerung, weil selbige sehr gut regiert werden kann, eben so zur Kesselfeuerung, bei Destillationen aller Arten; und unter Pfannen, ist er durch kein anderes Brennmaterial zu ersetzen; man brennt Kalk, Ziegeln, Fayance und Porzellan damit, und sowohl in gedarrtem Zustande roh, als verkohlt, wird er zur Locomo-

tivenheizung und Eisenproduktion benutzt, und überall trägt er den Preis der Billigkeit über andere Brennmaterialien davon.

6. Die Verdichtung des Torfes.

Indem der auf oben angegebene Art lufttrocken gemachte Torf stets noch längere Zeit, je nachdem die Witterung günstig ist, zur völligen Austrocknung bedarf, wobei er jedoch immer noch einen bedeutenden Wassergehalt behält, auch seine Festigkeit und Dichte nur wenig zunimmt, so hat man durch Pressen versucht, den Torf sogleich nach der Gewinnung gänzlich vom Wasser zu befreien. Durch starkes Pressen kann man nun allerdings den Torf gleich aus den Gruben in Steine formen und auf $\frac{1}{3}$ seines Raumes verdichten; es bleiben jedoch auch in dem gepreßten Torfe noch immer gegen 15 Proc. Wasser zurück, was sich um so weniger entfernen läßt, weil durch das Pressen die Torfsteine außen eine dichte feste Rinde bekommen, durch die hindurch die Luft nicht mehr auf das Wasser einwirken kann. Es sind aber auch die Schwierigkeiten in Anwendung der Preßmaschinen noch nicht vollständig überwunden, indem einerseits zum Pressen der plastischen Torfmasse sehr bedeutende Maschinenkräfte erforderlich sind, anderer Seits bei dem geringen Preise des Torfes, die Maschinen nicht zu kostbar sein dürfen und dennoch schnell wirken sollen. Preßmaschinen, wie sie in England mit Erfolg angewendet werden, kosten enorme Summen; wirken die Maschinen nicht energisch und schnell genug, so wird dem Torfe der Wassergehalt nur zum geringen Theile entzogen; bleibt aber ein bedeutender Wassergehalt zurück, so hat die Erfahrung gezeigt, daß das Pressen das spätere Nachtrocknen erschwert; dieser Torf trocknet dann nicht im Innern, und die daselbst zurückbleibende Feuchtigkeit bewirkt leicht ein Verderben des Materials.

In England wird das Pressen des Torfes mit dem größesten Erfolge betrieben. Gwynne u. Comp. in London hat mehrere Patente auf Darstellung gepreßter Torfziegel; sein Verfahren besteht darin, daß er den im feuchten und nassen Zustande aus dem Moore gestochenen Torf durch mehrere Reihen von Preßwalzen gehen läßt, um die Feuchtigkeit möglichst zu entfernen. Der so schon ziemlich trockene Torf wird dann nochmals unter Walzen gebracht, die sich in entgegengesetzter Richtung drehen, oder von denen eine umläuft, während die andere festliegt, und welche auf ihren äußeren Flächen in gleichen Abständen Vorsprünge haben, entsprechend der Höhe und Dicke, die der Torfziegel erhalten soll. Der aus den Walzwellen erhaltene Torf, in Stücke von solcher Größe zertheilt, wie sie zum gewöhnlichen Gebrauche geeignet sind, wird irgend einer der gewöhnlichen Austrocknungsmethoden unterworfen, oder auch in diesem Zustande verkohlt. Das Bestreben, dem rohen Torfe durch Anwendung starker Pressen seinen Wassergehalt zu entziehen und ihn zur Trocken zu bringen, so wie zugleich seine Dichtigkeit zu vermehren und dadurch ein nicht nur für gewöhnliche Feuerung ausgezeichnetes, sondern für technische Zwecke

jeder Art anwendbares Brennmaterial zu erhalten, hat zu keinem vollständig befriedigenden Resultate geführt.

Man hat mit glücklicherem Erfolge versucht, die Wasserentziehung und Verdichtung des Torfes durch getrenntes Verfahren zu bewirken. Man gelangt auf verschiedenen Wegen dazu, aus dem rohen Torfe ein Produkt zu erzeugen, das durch seine ganze Masse hindurch eine große Gleichförmigkeit zeigt und eine Festigkeit und Dichte besitzt, die der der Steinkohle nahe kommt, ja sie sogar noch übertrifft. Nach dem einen Verfahren beseitigt man erst den Wassergehalt des aus dem Moore gewonnenen Torfes durch künstliche Mittel, und ist dieser Weg, wenn die Kosten nicht zu hoch kommen, sehr zu empfehlen. Auch werden sich in Zukunft alle Bemühungen darauf zu richten haben, weil man sich dadurch von den Einflüssen der Temperatur unabhängig macht. Die Mittel, dem Torfe den größten Theil seines Wassergehaltes zu entziehen und ihn nahezu lufttrocken zu machen, sind verschieden.

In London ist neuerlich von Gwynne und Comp. eine Fabrik begründet worden, in welcher trockene Torfziegeln durch Pressen dargestellt werden, die sowohl zur häuslichen Feuerung, als auch zu allen Zwecken des Fabrik- und Hüttenwesens jeder Anforderung eines guten Brennmateriales entsprechen. Der aus den Mooren gewonnene Torf wird in eine Reihe von durchlöcherten Gefäßen geworfen, die in eine große Centrifugalmaschine gestellt werden, wodurch der Torf so getrocknet wird, daß er mittelst Walzen zu Pulver gequetscht werden kann, oder er gelangt, nachdem er gestochen, sofort zu den Trockenwalzen, welche die Feuchtigkeit größtentheils ausquetschen. Darauf kommt er in eine Preßmaschine und wird dort, mittelst eines raschen Verfahrens, zu einem sehr guten Brennmateriale von großem specifischen Gewichte und in Ziegelsteinform verwandelt. Der lufttrocken gemachte Torf wird durch einen, aus einer endlosen Kette und Kästen bestehenden Elevator zu einem Trichter oder Rumpfe emporgehoben, welcher über einer Reihe hohler Walzen, die mit Dampf geheizt sind, angebracht ist, aus denen er als vollkommen trockenes feines Pulver hervorkommt. Der Torf gelangt dann mit einer Temperatur von etwa 66° R. in den Rumpf einer Preßmaschine. In dieser Temperatur sind die bituminösen oder theerigen Bestandtheile gerade hinreichend entwickelt, so daß sie ein kräftiges Bindemittel bilden. Die erkalteten Torfziegel bilden daher dichte und feste Körper mit einem etwas höheren specifischen Gewichte als die Steinkohle, jedoch mit allen guten Eigenschaften derselben, während sie viele Vortheile gewähren, die man mit mineralischen Brennmaterialien nicht erlangen kann. Es werden durch das Pressen verschieden große Torfsteine von 1 — 4 Pfund Gewicht gebildet, dieselben sind vollkommen gleichartig, widerstehen dem Zerbröckeln im Ofen und vor dem Gebläse besser als Steinkohlen und Koaks und bilden sowohl für das Hüttenwesen, als auch für Dampfkessel und häusliche Feuerungen und andere Zwecke,

ein sehr wirksames und wohlfeiles Brennmaterial. Beim Torfe ist Trockenheit eine Hauptsache, wenn er als wirksames Feuermaterial dienen soll; es ist daher sein bedeutender Wassergehalt, wenn er von der Lagerstätte kommt, und seine hygroskopische Beschaffenheit oder sein Vermögen die Feuchtigkeit aus der Luft aufzunehmen, das Haupthinderniß, um bedeutende Wärmeeffekte damit zu erlangen. Nach der anscheinend vollkommensten Lufttrocknung, und ohne das geringste Zeichen von Feuchtigkeit beim Anfühlen, enthält der auf gewöhnliche Weise vorbereitete Torf, wie wir oben gesehen, noch immer $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ seines Gewichtes Wasser, wodurch seine Heizkraft sehr vermindert wird. Durch das von Gwynne eingeschlagene Verfahren wird aber dieser nachtheilige Bestandtheil an Wasser fast gänzlich entfernt, so daß nur die nutzbaren Bestandtheile zurückbleiben.

Dr. A. Bernhardi sen. in Eilenburg hat im Jahre 1856 eine Kalksandziegel-Presse erfunden, die sich mit dem größten Vortheile zum Pressen von Torfziegeln anwenden läßt; es können mit derselben 4 Ziegeln gleichzeitig gepreßt werden, und kommt das Presserlohn incl. Gewinner- und Vorbereitungslohn des Torfes zu 1000 Steinen 25 Sgr. zu stehen; die ganze Preßmaschine wiegt zwischen 6 und 10 Centnern und wird für circa 100 und 200 Thlr. hergestellt, ist transportabel und läßt sich leicht von einem Orte zum anderen bringen. Die Torfsteine bedürfen jedoch kleiner Einlagebrettchen, deren 1000 Stück auf 15 Thaler kommen, und zu ihrem Trocknen leichte, schnell weiter zu transportirende Stellagen mit Dachung. Diese Preßmaschinen werden allein durch Menschenkräfte in Bewegung gesetzt.

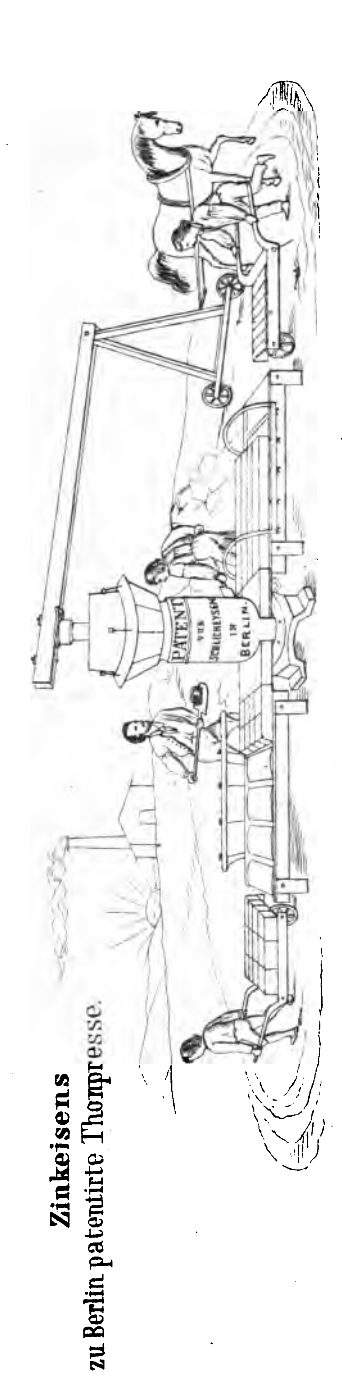
Größere, durch Thier- oder Dampfkräfte in Bewegung zu setzende Maschinen, ursprünglich zur Fabrikation von Mauersteinen bestimmt, werden in der Maschinenfabrik von Schlickeisen in Berlin gefertigt. Diese Maschinen eignen sich vorzüglich zum Pressen der Torfsteine, so wie zum Zubereiten des Torfes; sie werden in verschiedenen Größen und zu verschiedenen Preisen angefertigt, als eine kleine Presse zu 300 Thlrn., zum directen Umgange mit einem Esel oder Ochsen, giebt per Tag 1000 — 1500 Steine; diese Maschine giebt auf zwei Seiten Steine, auf jeder zwei neben einander auf der hohen Kante laufend, auf den dazu gehörigen Stellbahnen; von dieser kleineren Presse liefert derselbe aufsteigend Pressen zur Herstellung von 2000, 4000, bis 20000 Steinen täglich; letztere kommen mit Vorgelege zum Maschinenbetriebe und Zerkleinerungsmaschine auf circa 1200 Thlr. zu stehen, haben ein Gewicht von 30 Centnern und gebrauchen einen Betriebsraum von 50 Fuß Durchmesser und $7\frac{1}{2}$ Fuß Höhe; sie liefern auf jeder Seite 5 Steine. Die Torfmasse wird in alle diese Maschinen ohne Weiteres, wie sie aus dem Moore kommt, aufgeworfen; die Maschine präparirt die Masse besser, als dies auf irgend eine andere Art geschieht, und liefert unten auf beiden Seiten 5 neben einander laufende Torfsteinstränge, die durch den Schneideapparat der Maschine, immer 6 bis 8 Längen gleichzeitig, in Stücke gleicher Größe

geschnitten worden. Sie erfordern 2 Mann zum ununterbrochenen Aufwerfen der gegrabenen Torfmasse, so wie jeweiligen Abschneiden der Steine, und 2—4 Knaben zum Abfahren der letzteren. Wird die Maschine durch 3 Pferde betrieben, so ist noch ein Mann zum Antreiben der Pferde nöthig.

Das Vermengen der Torfmasse geschieht in der Maschine selbst, wie das vollständige Zerkleinern der Masse, so, daß die Masse besser präparirt wird, als dies auf irgend eine andere bekannte Art geschieht; die Steine treten gleich so fest hervor, daß deren den ersten Tag 3 auf einander gestellt werden können, und man in Folge dessen weder Bretter noch Gerüste, noch großer Trockengebäude bedarf; es genügt ein auf leichten Pfosten ruhendes Bretterdach von circa 12 Fuß Breite und 100 Fuß Länge, unter welchem sie in einigen Tagen 12 Schichten hoch zum Trocknen aufgestellt werden und stehen bleiben, bis sie abgefahren werden. In Folge des geringeren Wassergehaltes und der gleichmäßigen Verarbeitung der Masse sind die Steine beim Trocknen dem Reißen und Platzen weniger ausgesetzt, und werden trocken viel dichter, fester und gleichmäßiger, als man deren durch die Hand oder andere Maschinenarbeit machen kann. Die nebenstehende Zeichnung macht die Einrichtung dieser Maschine anschaulicher.

Ueber den gepreßten Torf verbreitet Bauschinger sich des Näheren wie folgt: Derselbe hat ein größerer specifisches Gewicht, als Steinkohlen. Ein Stück in gewöhnliches Ofenfeuer geworfen, brennt wie Kien. Unter den vielen Vorzügen, die er vor dem gewöhnlichen Torfe hat, ist gewiß der Hauptvorzug der, daß er durch seine größere Dichtigkeit eine größe Hitze zu entwickeln im Stande ist. Er verhält sich in dieser Hinsicht zu gewöhnlichem Torfe wie Holz zu Hobelspänen. Ob seine Hitzkraft größer oder kleiner ist, als die der Steinkohlen, ist noch nicht genau entschieden; wahrscheinlich ist sie nicht viel geringer, und in diesem Falle hat Torf den bedeutenden Vorzug vor diesem, da er fast frei von den bei der Eisenfabrikation sowohl, wie bei der Kesselfeuerung (namentlich der Locomotiven) so schädlichen mineralischen Beimischungen (Schwefel, Phosphor 2c.) ist. Bei der großen Rolle, welche das Brennmaterial beim Hohofenbetriebe spielt, mußte man alsbald daran denken, den gepreßten Torf auch auf seine Anwendbarkeit hierzu zu untersuchen. Die Versuche, die darüber angestellt worden, sind sämmtlich günstig für ihn ausgefallen. Zur Dampfkesselheizung, namentlich bei Locomotiven, ist er ebenfalls ein vorzügliches Material, so daß er auf allen bayerischen Bahnen zur Locomotivheizung eingeführt worden ist. Dadurch, daß er eine größere Hitze entwickelt, findet bei ihm zu gleicher Zeit eine vollständigere Verbrennung, als beim gewöhnlichen Torfe statt, was natürlich eine Kostenersparniß zur Folge hat; auch dürfte er sich aus diesem Grunde zur Ofenfeuerung besser empfehlen, als dieser. Denn wenn die lästige und starke Rauchentwickelung bei dem gewöhnlichen Torfe, von der fortwährenden Abkühlung des Brennmateriales durch die durch dasselbe

Zu Seite 76.



Zinkeisens
zu Berlin patentirte Thonpresse.

hindurch streichende kalte Luft herrührt, so ist dies gerade bei dem gepreßten Torfe, wie bei jedem anderen compacten Brennmateriale nicht der Fall.

Eine nicht zu übersehende praktische Erfahrung bei dem Pressen des Torfes ist die, daß, je trockener das Torfmaterial zur Presse gelangt, man ein um so besseres Material erhält. Der Verfasser hat Gelegenheit gehabt, ein sehr einfaches Verfahren des Torfpressens in Litthauen kennen zu lernen. Nachdem die nöthigen Wasserableitungsgräben durch das Torfmoor gezogen und derselbe von seiner grasreichen Oberfläche befreit worden, wird das Moor mit einfachen Spatenpflügen 8 — 10 Zoll tief aufgepflügt, mehrmals mit der Egge geschlichtet, und so die Austrocknung und Zerkleinerung des Torfes bewirkt. Die so lufttrockene Torfmasse wird sodann in Torfhäuser gefahren und daselbst aufbewahrt und in denselben vermittelst einer 2 — 3 Centner schweren Ramme in Formen gepreßt, wodurch Torfziegeln erhalten werden, die auf ⅕ ihres Volumens zusammengepreßt und so fest sind, daß sie mit Säge und Beil bearbeitet werden können, ohne zu zersplittern. Das Kennzeichen, ob die Torfmasse die gehörige Trockne besitze, besteht einfach darin, daß man eine Hand voll zusammenballt und gegen die Erde wirft — zerfällt die so gebildete Torfkugel wieder in Staub, so besitzt der Torf die gehörige Trockne. Der auf diese Art bereitete Torf ist nicht nur ein vorzügliches Brennmaterial, sondern gestattet auch seine Bearbeitung in den Herbst- nud Wintermonaten, wo jede andere Bearbeitung des Torfes eingestellt werden muß; die erhaltenen Torfsteine bedürfen keiner weiteren Trocknung, sondern sind, wie sie aus der Form kommen, zu verwenden. Die ganze Bearbeitung ist so einfach, die Herstellung des Trocknenhauses und der Ramme mit so wenig Kosten verbunden, das ganze Material eines Torfmoores kommt ohne allen Abfall so vollständig zur Ausnutzung, daß diese Art der Bearbeitung auch in Deutschland um so mehr Nachahmung verdient, da der dargestellte Torf von vorzüglicher Güte ist. Auch würde in Deutschland eine solche Winterbeschäftigung für viele den Winter über ohne Verdienst sich befindende Arbeiter von dem wohlthätigsten Einflusse sein. Es versteht sich von selbst, daß der so zu bearbeitende Torf brauner erdiger Torf und kein Faser- oder Wurzeltorf sein muß. Auch die erdige Braunkohle behandelt man dort auf gleiche Weise.

Ein einfacheres Verfahren zum Verdichten des Torfes ist zuerst von Challeton zu Montauger bei Paris in Ausführung gebracht worden, bei welchem kein Pressen stattfindet; das Verfahren ist folgendes: Der dem Moore entnommene Torf gelangt auf einer schiefen Ebene oder durch eine Hebevorrichtung (ein Paternosterwerk) in die oberen Räume des Fabrikgebäudes, und wird dort in hölzerne Trichter eingestürzt, welche ihn gußeisernen, mit Stacheln besetzten Walzen von verschiedener Umdrehungsgeschwindigkeit übergeben. Diese zerreißen den Torf unter beständigem Zuströmen einer angemessenen Wassermenge

(wie auf einer Papierfabrik der Holländer die Lumpen in Brei verwandelt) und befördern den entstandenen Torfbrei in untenstehende Bütten, worin er mittelst einer Rührvorrichtung zu einem ganz homogenen dünnen Breie verarbeitet, von etwa eingeschlossenen Steinen und gröberen Sandkörnern gereinigt und außerdem durch die auf dem Rührer sitzenden Haken oberflächlich von den gröberen Fasern und Holztheilen befreit wird. Aus dem oberen Theile dieses Behältnisses gelangt der flüssige Brei auf ein Metallsieb von entsprechender Maschenweite, durch welche vermittelst eines mit Bürsten besetzten Tuches ohne Ende oder Gliederketten-Paares derselbe hindurch getrieben wird. Der hiermit fertig bearbeitete Brei sammelt sich unter den Sieben an und gelangt von hier aus mittelst Rinnenleitung in die außerhalb des Fabrikgebäudes aufgestellten Sümpfe von je 2400 Kubikfuß Inhalt. Diese Sümpfe sind Kästen aus Holz (wie die Kalkbetten) zusammengefügt, und haben einen aus Latten und Querleisten hergestellten, mit Zeug, Stroh- oder Schilfdecken belegten, Wasser durchlassenden Boden, der sich mindestens einen Fuß hoch über dem Erdboden befindet. Indem in diesen Sümpfen die Masse durch Absetzenlassen und Wasserverlust die nöthige Consistenz angenommen hat, was bei günstiger Witterung in 3 bis 4 Tagen erfolgt sein kann, wird dieselbe in Ziegeln zertheilt, zum Trocknen ausgelegt, auf- und zusammengestellt, und wenn es nöthig, in Trockenstellagen und Häusern untergebracht.

Mit fortschreitendem Trocknen ist der präparirte Torf dem Einflusse des directen Sonnenlichtes immer sorgfältiger zu entziehen, weil dieses alsbald das Material rissig macht. Man schichtet es aus diesem Grunde zu dichten Haufen auf, welche mit Strohmatten oder dergleichen überdeckt werden. Es versteht sich von selbst, daß sich vorstehendes Verfahren für den leichten reinen Moortorf nicht eignet, vielmehr nur auf die schweren, d. h. humusreicheren Torfsorten Anwendung finden kann.

Eine Hauptaufgabe bei der Torfverdichtung auf nassem Wege ist die Beseitigung der denselben durchsetzenden Fasern; diese wird dadurch erreicht, daß man den Fasertheilchen des sonst sehr kurzen Breies eine gleichmäßige Niedersenkung ermöglicht; ist der gesiebte Brei fein genug, so lagern sich die vorzugsweise nach einer Richtung ausgedehnten Theilchen in der durch Form, Größe und Dichtigkeit bedingten Weise mit einer gewissen Regelmäßigkeit auf einander ab, eine Regelmäßigkeit in dem Gefüge, wie sie bei denjenigen Theilchen nicht stattfinden kann, die sich im trocknen Zustande befinden, durch gewaltsame Zerkleinerung entstanden sind (also eine mehr körnige als faserige Structur besitzen), und durch künstliche Pressung zu einer unfreiwilligen Lage gegen einander genöthigt werden (Gwynne's zu London gepreßter Torf). Somit ist es erklärlich, daß dasjenige Verfahren, welches das meiste Wasser verwendet, unter sonst gleichen Umständen, das dichteste Material erzielen wird.

Bei sorgfältig geleiteter Fabrikation kann leicht das Gewicht eines

dichten preußischen Kubikfußes auf 85 preußische Pfunde gebracht werden, was dagegen unmöglich ist, sobald das Wasser zu schnell, namentlich auch seitwärts durch die Masse abzuziehen Gelegenheit hat. Indem bei weniger dichtem Boden der Sümpfe die Torfmasse selbst das filtrirende Material ist, so bilden sich unzählige Wege durch dasselbe für das Wasser, wodurch eine zu lebhafte Entwässerung eintritt, die natürlich der beabsichtigten Verdichtung entgegenwirkt.

Die feuchte Torfmasse verliert bei ihrem Austrocknen wenigstens 84 Proc. ihres Volumens und schließt, in dem Verhältnisse ihrer größeren Dichte, weit weniger Wasser ein, als der gewöhnliche Stich- und Baggertorf. Mit dieser vermehrten Dichtigkeit ist der Nutzeffekt dieses Brennmateriales sehr wesentlich erhöht. Eben so ist die Festigkeit eine bedeutende geworden, so daß das Material die an einen guten Brennstoff zu stellende Forderung, transportabel zu sein, in bester Weise erfüllt.

Die Quantität der unverbrennlichen Stoffe kann durch dieses Verfahren erheblich vermindert, nicht aber können dieselben gänzlich beseitigt werden, wie die anpreisenden Mittheilungen der Dirigenten des französischen und schweizerischen Etablissements behaupten.

Der gedichtete Torf trocknet wenigstens eben so schnell, wie der nicht gedichtete. Er kann selbst aus dem Abwurfe der Torfstechereien hergestellt werden, und indem er also die dort so vielfach stattfindende Materialverschleuderung aufhebt, liefert er auch in Folge seiner Festigkeit keine Veranlassung zur Entstehung von Torfklein, wie es die Umlegung fast aller anderen Brennmaterialien mit sich bringt. Das verdichtete Material vermag den Druck starker Erzgichten auszuhalten und eignet sich, da es meist schwefelfrei ist, zur Produktion von Gußeisen und zum Betriebe von Puddel- und Schweißfeuern, der Kupolöfen und Schmiedefeuer, der Porzellan-, Glas-, Fayance-, Töpfer- und Ziegelöfen, zu den Kalk- und Gypsbrennereien, so wie zu sehr vielen anderen, nicht weiter namhaft zu machenden Fabrikationsprozessen, ganz besonders aber ist es zur Heizung der Locomotiven und anderer Dampfkessel vortrefflich geeignet.

In nur gedarrtem Zustande behauptet das Material seine ursprüngliche Solidität bei gesteigertem Heizeffekte. Im Falle der Verkohlung liefert dasselbe einen festen, vortrefflichen, metallisch glänzenden Koak und im Theer höchst werthvolle Nebenprodukte, wie verschiedene leichte und schwere Oele, Ammoniaksalze, Paraffin rc.

Ist das Comprimirungs-Verfahren des Torfes auf nassem Wege vornehmlich nur auf ein schweres, humusreiches Material anwendbar, weil die Ausbeute im umgekehrten Verhältnisse zu der Masse der die Torfmasse durchsetzenden Fasern steht, so wird für einen Moostorf, so wie überhaupt für die leichteren Torfarten besser die Verdichtung auf trockenem Wege stattfinden müssen. Dieser Methode zufolge ist das Material vorher möglichst zu entwässern, zu zermalmen und hierauf zu comprimiren, wobei insbesondere die Wiederausdehnung der gedichteten

Massen verhindert werden muß. Am rationellsten erwies sich zuerst das Gwynne'sche Verfahren, nach welchem ein gedichteter Torf dargestellt wird, der ein specifisches Gewicht von 1,14 und eine Heizkraft von $\frac{3}{5}$ der besten New-Castle-Hartley-Steinkohle haben soll.

Das dem Verfahren Challeton's zu Grunde liegende Prinzip ist eigentlich nicht neu; denn schon längst war es bekannt, daß ein guter Torf, der auch an der Luft leichter austrocknet, durch sorgfältiges Durcharbeiten des rohen Torfes vor seiner Formung erhalten wird. Die Gleichförmigkeit und Dichte wird dadurch im hohen Grade vermehrt. Das Durcharbeiten der Torfmasse wird nach Beschaffenheit des Materials und nach der Anwendung, die der Torf finden soll, verschieden sein; auch kann es durch Menschen- oder Maschinenkraft bewirkt werden. Challeton hat dies Verfahren durch förmliche Zertheilung des Torfes, durch Reinigen vermittelst Schlämmen und durch Anwendung bedeutender Maschinenkräfte, zu einem hohen Grade der Vollkommenheit gebracht. Da sein Verfahren jedoch nicht überall zur Anwendung kommen kann, so werden wir noch einige andere Bearbeitungen des Torfes angeben, die, wenn auch nicht ein so vollkommenes, doch ein stets dem Zwecke entsprechendes Produkt liefern.

Nach Knapp ist in Holland ein eigenes, einen guten Torf herstellendes Verfahren im Gebrauche, dort sind die Lager meist schlammig. Der ausgearbeitete und angehäufte Torfschlamm wird so lange mit Füßen getreten, bis er eine ganz gleichförmige Masse bildet, Steine, Holzstücke 2c., die sich im Torfe vorfinden, werden dabei ausgelesen; alsdann wird er in kastenförmigen Bretterverschlägen, in Lagen von 12 Zoll Höhe, durch Schlagen ausgebreitet, und läßt das Wasser theils verdunsten, theils durch den Boden der Kästen abziehen; der Boden ist mit Strohmatten auf Lattenwerk belegt. Ist die Masse nach einigen Tagen consistenter geworden, so wird sie einer nochmaligen Bearbeitung dadurch unterworfen, daß man Weiber und Kinder, mit flachen Streichbrettern an den Füßen, die Masse feststampfen läßt, bis sie ganz fest geworden ist; hierauf ebnet man durch Schlagen mit Bläueln die Oberfläche, bringt die Masse auf eine Dicke von 8 bis 9 Zoll, welche Dicke die Höhe der Ziegeln ist, die man nun aus derselben sticht und zum Austrocknen erst in kleine und dann in größere Haufen aufstellt.

Auch Dr. Bromeis hat Versuche angestellt. Er bediente sich des gewöhnlichen gestochenen Venn-Torfes, der auf einer Mühle pulverisirt wird; sodann formte er mit einer hydraulischen Presse den auf 60° erwärmten Torf in gußeisernen Cylindern, und erhielt feste Torfblöcke von 4 Zoll Höhe. (Vergl. Berggeist für 1858.)

Sehr instructiv ist das Verfahren in Haspelmoor zwischen München und Augsburg, welches daselbst unter Leitung des Oberpostrath Exter in einem auf Staatskosten errichteten großartigen Etablissement mit dem besten Erfolge ausgebeutet wird, und wo zur Gewinnung eines möglichst gleichartigen und bis in's Innerste lufttrockenen Torfes,

wie er allein zur Locomotiven-Feuerung angewendet werden kann. Herr Exter hat für seine Ziegeln die Tafelform gewählt, und erreicht sein präparirter Torf nahezu ganz die Heizkraft der Steinkohlenkoaks. So verbraucht man auf der Bahnstrecke zwischen München und Augsburg $1\frac{3}{4}$ Kubikfuß = 106 Pfund comprimirten Torf (gewöhnlichen Torf über 6 Mal so viel) in der Wegstunde auf die Locomotive, während zur Koaksfeuerung 102 Pfund Koaks erforderlich waren.

In Süddeutschland wird überhaupt sehr viel Torf zum Eisenbahnbetriebe verwendet. Bayern benutzt denselben auf der Staatseisenbahn bei allen Arten von Zügen; Württemberg ist diesem Beispiele gefolgt, und auch auf den Schweizerbahnen gebraucht man den Torf zur Heizung. Die ersten Versuche mit Torf auf den bayerischen Bahnen datiren sich vom Jahre 1844, nachdem bereits im Vorjahre auf der herzoglich braunschweigischen Bahn Versuche begonnen, aber wieder aufgegeben worden waren. Aehnlich erging es auch jenen ersten Versuchen in Bayern, welche 1844 auf der München-Augsburger Bahn angestellt wurden; bessere Resultate erzielte man 1845 auf der Strecke zwischen Oberhausen und Nordheim, welche veranlaßten, daß bereits 1847 auf der ganzen südlichen Abtheilung der Staatsbahn die Holzfeuerung durch die Torffeuerung ersetzt wurde. Gegenwärtig ist die Torffeuerung bei sämmtlichen Zügen zwischen München, Lindau, Ulm bis Nürnberg, seit Jahren im Gange, und es werden die schwierigsten Gebirgsstrecken zwischen Lindau und Augsburg mit ganz gewöhnlichem Stichtorfe befahren. Ein Uebelstand ist allerdings das bedeutende Volumen dieses mehr lockeren Torfes und das dadurch bedingte Mitführen mehrerer Munitionswagen; allein bei der nunmehrigen Verwendung des comprimirten Torfes braucht man von diesem Materiale nicht mehr Volumen mitzuführen, als das zu gleicher Leistung erforderliche Koaks-Quantum. Auch ist die Belästigung der Rauchentwickelung bei dem gedichteten Torfe lange nicht so stark, wie beim lockeren; es darf ferner nicht übersehen werden, daß bei der Gleichmäßigkeit des Torffeuers und der gänzlichen Abwesenheit von Schwefel eine viel geringere Abnutzung des Kessels, der Feuerbüchse und Feuerröhren bei der Torfheizung stattfindet, als bei der Koaksfeuerung. Befragt man endlich die Preis-Differenz zwischen Koaks und dem äquivalenten Gewichte comprimirten Torfes, welcher der Verkoakung nicht bedarf, und zieht man die, selbst mit dem allerschlechtesten Materiale, in Bayern erhaltenen Resultate in Betracht, so fühlt Dr. Bromeis sich zu dem Schlusse gedrängt, daß in Wirklichkeit nur Absicht und Vorurtheil sich gegen die Verwendung des Torfes, namentlich des gedichteten, zur Heizung der Locomotiven erklären.

In Haspelmoor wird der größte Theil des gewöhnlichen Bedarfes von 4 Millionen Kubikfuß Torf für die München-Nördlinger Bahnstrecke erzeugt. Die oberen Schichten dieses Lagers, welche aus einer filzigen, wurzelreichen Torfmasse bestehen, werden von den unten liegenden Moorschichten, so weit die Bearbeitung des Torfes durch

Handarbeit geschieht, sorgfältig getrennt, und jede dieser Massen einer gesonderten, aber doch gleichen Bearbeitung unterworfen. Wie der Lehm beim Ziegelschlagen, wird der Torf zu einer gleichmäßigen Mischung von den Arbeitern gehörig umgestochen und dann in hölzerne Formen zu 25 Stück, von 6 Zoll Breite, 3 Zoll Höhe und 1 Fuß Länge, gefüllt, diese abgestrichen und entleert. Sobald die Ziegeln durch Trocknen einige Consistenz erlangt haben, stellt man sie auf die hohe Kante; in dem Maße der fortschreitenden Trocknung setzt man die Ziegeln auf ihre breiten Flächen in Haufen über einander, später setzt man sie noch ein Mal in ringförmige sogenannte Hohlhaufen; in diesen schwinden die Ziegeln beinahe um ⅓ ihres ursprünglichen Volumens. Diese Behandlung bedingt eine gehörige Eintheilung ihrer Lagerplätze, einen zu Gebote stehenden größeren Flächenraum und besonders trockene Witterungsverhältnisse; von den Trockenplätzen kommen die Ziegeln in die Magazine, wo sie bis zur Verwendung im nächsten Jahre liegen. Erfahrungsgemäß hat eine einjährige Magazinirung auf die Güte des Torfes einen sehr wesentlichen Einfluß, indem die Masse eine Art Gährungsprozeß durchgeht und sich in Folge dessen ungleich dichter, trockener und für die Feuerung ausgiebiger bildet. Der aus der filzigen Masse erzeugte filzige Streichtorf gewinnt durch das Verfahren sehr viel vor dem Torfe, der aus dieser Masse durch bloßes Stechen als filziger ordinairer Torf dargestellt wird. Der Preis des Kubikfußes von filzigem Streichtorfe stellt sich auf 3,16 Kreuzer rheinisch, während der filzige Stichtorf zu 2,25 Kreuzer geliefert wird, natürlich in Bezug auf Qualität bedeutend geringer ist. Versuche, durch Pressen der frischen Torfmasse Ziegel von gleicher Güte zu erhalten, führten zu ungünstigen Resultaten.

Die doch immer noch unvollkommene Durchmischung der verschiedenen Schichten des Torfes und die Unbequemlichkeit, mit verschiedenen Torfsorten arbeiten zu müssen, führten dazu, mittelst eines Maschinen-Systemes beide Torfsorten zusammen einer innigen Mischung zu unterwerfen, um ein ganz gleichförmiges, möglichst dichtes Produkt zu erzielen. Das angewandte Maschinensystem besteht aus einer fortlaufenden Reihe eiserner Walzen, die mit starken eisernen Stacheln versehen sind, und in Kufen gehen, in welchen (gleich auf Papier-Fabriken, wo die Lumpen im Holländer zerkleinert werden) die filzige und moorige Torfmasse mit dem nöthigen Wasserzusatze hineingethan wird, um in einen gleichförmigen Brei verwandelt zu werden. Die so behandelte Masse wird in derselben Weise verarbeitet, wie es bei Darstellung des Streichtorfes, aus den mittelst Handarbeiten durchgearbeiteten Torfmassen geschieht. Der mit Maschinen verarbeitete Torf bedarf aber nicht, wie der durch bloße Handarbeit verarbeitete, des Aufstellens auf die hohe Kante; er wird, nachdem er in kurzer Zeit einigermaßen getrocknet, sogleich in Haufen gesetzt und nach weiterem Verlaufe der Trocknung in Hohlhaufen aufgestellt. Auch dieser ganz

gleichförmige und dichte Torf wird in seiner Güte bedeutend vermehrt durch einjähriges Lagern in den Magazinen.

Das Walzensystem wird durch eine Dampfmaschine betrieben und besteht aus fünf Walzen, von denen jede 50 Umgänge in der Minute macht; wenn drei Walzen zwölf Stunden täglich arbeiten, liefern sie in jeder Woche vorbereitetes Material zu 180,000 Stück Torfziegeln. Mittelst derselben Dampfmaschine wird auch der Torf sowohl aus den Gruben zu den Zerkleinerungs-Maschinen gebracht, als auch nach dem Verarbeiten den Streichern zugeführt. Die Vorführung des Torfes geschieht durch Kippkarren, die durch Seile ohne Ende auf Bahnen befördert werden, die aus eingerammten Pfählen und Langschwellen construirt sind. Ein guter Torf muß leicht sein, möglichst homogen und bis in's Innerste so lufttrocken, daß er gebrochen keine Spur von Feuchtigkeit zeigt. Die Verbrennung erfolgt sehr vollständig, so daß beim Betriebe ein Funkenwerfen kaum stattfindet. Der Aschengehalt ist sehr gering, und da der Torf ohne schädliche mineralische Beimengung ist, so wird die Maschine durch ihn nicht angegriffen, während das Gegentheil bei versuchsweiser Anwendung von Braunkohle geschehen sein soll.

Die Torfgewinnung zu Haspelmoor ist von der Staatsregierung in eigene Regie genommen, und stellen sich die Gestehungskosten bei einem Tagelohne von 24 Kreuzern rheinisch für Weiber und bei 36 Kreuzer für Männer, der sich bei Accordarbeiten auf 48 bis 60 Kreuzer erhöht, für 1000 Stück Torfziegeln mittelst Handarbeit gewonnen, wie folgt:

— Fl. 45 Xr. für das Stechen und Streichen von 1000 Stück,
— „ 3 „ für das Aufkanten,
— „ 4 „ für das Umsetzen in Haufen,
— „ 9 „ für das Umstellen in Hohlhaufen,
— „ 9 „ für das Aussortiren schlechter Ziegel,
— „ 41 „ für das Einführen in Handkarren in die Magazine,
— „ 8 „ für das Aufschichten in Magazine.

1 Fl. 59 Xr. in Summa. Von diesem Torfe gehen 716 Stück auf 54 Kubikfuß, folglich kommen Unkosten auf den Kubikfuß =

3,07 Kreuzer, hierzu kommen noch bei Versendungen
0,07 „ Verladungskosten.

3,14 Kreuzer per Kubikfuß, hierzu vorstehende
1 Fl. 59 „
0,07 „

1 Fl. 59,17 Kreuzer Summa Summarum per 1000 Stück.

Bei Erzeugung mittelst Maschinen ergeben sich für 1000 Stück Ziegeln folgende Kosten, wenn alle Arbeit in Accord gegeben ist:

— Fl. 18 Xr. für das Graben der Torfmasse und Verladen in Kippwagen,
— „ 10 „ für die Bedienung der schiefen Ebene und Einwerfen in die Walzen,

— Flr. 7 Xr. für Verladen und Verführen auf die Torfplätze,
— „ 14½ „ für das Schlagen in Formen,
— „ 3 „ für das Schichten in Haufen,
— „ 9 „ für das Umstellen in Hohlhaufen,
— „ 30 „ für das Einführen und Einschichten in die Magazine.

1 Fl. 31½ Xr., hierzu kommen noch die Kosten aus Maschinen, diese betragen für 180,000 Stück:

12 Fl. — Xr. für 6 Maschinenlöhne, à 2 Fl.,
6 „ — „ für 6 Heizerlöhne, à 1 Fl.,
1 „ 12 „ für 2 Mann zum Dienste der schiefen Ebene,
33 „ 20 „ für 1000 Fuß Torfabfälle und Knüppelholz zur Maschinenheizung.

52 Fl. 32 Xr. = 17½ Kreuzer per 1000 Stück.

— „ 17½ Xr. —

1 Fl. 49 Xr. Summa. Von diesem Torfe gehen 1210 Stück auf 54 Kubikfuß, folglich kommen Unkosten auf den Kubikfuß =

2,44 Kreuzer,
0,07 „ Kosten für das Aufladen beim Versenden.

2,51 Kreuzer per Kubikfuß, hierzu vorstehende
1 Fl. 49 „
0,07 „

1 Fl. 49,07 Kreuzer Summa per 1000 Stück.

Der Maschinentorf wäre also per 1000 Stück nicht nur um 10 Xr. billiger, sondern auch besser als der durch Handarbeit erzeugte; doch dürften sich diese Preise mehr als ausgleichen, wenn man das Capital von 20000 Fl. für Erstehung der Maschinen mit 4 Proc. verzinset und deren bedeutende Abnutzung in Anrechnung bringt.

Für den Betrieb auf der Eisenbahn ergeben sich folgende Resultate: Für günstige Bahnverhältnisse ist der Verbrauch per Meile circa 27 Kubikfuß, unter ungünstigen 49 Kubikfuß. Danach sind die Kosten des Feuerungsmateriales für eine Fahrmeile im ersten Falle 1 Fl. 11 Xr. rhein., im zweiten Falle 2 Fl. 9,4 Xr. Letzteres auf Conventionsmünze zurückgeführt, giebt 1 Fl. 48 Xr. Conv. Münze, da eine Klafter weiches Holz in 30zölligen Scheiten 7 Fl. 8 Xr. Conv. Münze kostet, und der Verbrauch von letzterem für die Fahrmeile bei schweren Zügen 0,25 — 0,4 Klafter ist, so ist die Einführung der Torffeuerung auf den Bahnen in Altbayern statt der Holzfeuerung von Vortheil. (Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins. 1855.)

Die Darstellung des Torfes in Haspelmoor in der Art, daß der Torf vorher unter Beimengung von Wasser durch Menschen- oder Maschinenkraft gehörig durchgearbeitet und in einen gleichförmigen Brei verwandelt wird, hat, wenn auch ein besseres Produkt erzeugt wird, doch den großen Uebelstand, daß durch die nothwendige Beimengung einer großen Menge Wasser das nachherige Trocknen der geformten Ziegeln sehr verzögert wird, und daß zum Formen des Torfes

und Auslegen der geformten Stücke ein sehr großer Flächenraum erforderlich ist, weil die Stücke eine geraume Zeit auf dem Boden ausgebreitet werden müssen, ehe sie so weit zur Trockne gekommen sind, daß sie in Haufen gestellt werden können. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes ist eine Vorrichtung von Exter angegeben worden, welche den Zweck hat, den Torf aus den Walzwerken aufzunehmen und so weit durch Druck von Wasser zu befreien, daß er in Stücke von beliebiger Größe getheilt werden kann, welche sogleich in Haufen gestellt, an der Luft schnell trocknen. Die Vorrichtung besteht aus einem den Wasserpumpen ähnlichen Druckwerke. Durch dieses wird der durch Menschen oder Maschinen zerkleinerte Torf aufgenommen, um durch Röhrenleitungen zu dem Trockenplatze geleitet werden zu können. In diesen Röhren oder Schläuchen von Hanf- oder Drathgeweben, welche durch eigeschobene eiserne Ringe verstärkt sind, wird der Torf einem beliebigen Drucke ausgesetzt, entweder dadurch, daß man die für den Ausgang der Torfmasse bestimmte Oeffnung der Röhren, während einer Anzahl von Kolbengängen des Druckwerkes, verschließt, oder dadurch, daß man die Röhren auf eine beliebige Höhe hinaufführt und so die Torfmasse dem Drucke des eigenen Gewichtes aussetzt. Die zum größten Theile vom Wasser befreiete Masse tritt am Ende der Röhrenleitung durch eine Oeffnung von beliebigem Querschnitte heraus und wird daselbst in Stücke geschnitten von dem Umfange, den die Ziegeln haben sollen, auf ähnliche Art, wie bei der Maschine von Schlickeisen. (Bayerisches Kunst- und Gewerbeblatt. 1855.)

Unter den in der Pariser Ausstellung aufgestellten Brennmaterialien erregten die von Challeton nach einem ihm eigenthümlichen Verfahren bereiteten verdichteten Torfziegeln, die größte Aufmerksamkeit, da sie Alles übertrafen, was vorher von ähnlichen Leistungen bekannt war. Das Interesse an diesem Produkte wurde noch dadurch vermehrt, daß zur Verdichtung desselben, Pressen mit erheblichen oder gar sehr bedeutenden Kräften nicht zur Anwendung kommen, obschon die Stücke eine so feste Consistenz haben, daß man beim Anblicke ohne Weiteres einen Torf vermuthet, der durch Pressen unter großem Drucke in diesen Zustand der Verdichtung gebracht worden ist. Das Princip des Challeton'schen Verfahrens beruht, wie schon früher angegeben, darauf, den Torf auf das vollständigste zu zerkleinern, oder aber die feineren Theile heraus zu schlämmen und aus dem dünnflüssigen Breie die Torftheilchen sich allmählich zu Boden senken lassen. Da sie sich hierbei ganz nach dem Gesetze der Schwere ablagern, erlangt der Torf bei möglichst großer Abwesenheit leerer Räume, vermöge einer Contraction durch Schwinden und Setzen, einen sehr hohen Grad von Dichtigkeit und Festigkeit. Die Erfolge, welche man durch Challeton's Verfahren erzielt, und die Vorzüglichkeit der Produkte hat ein gleiches Etablissement wie das zu Montauger von Roy in St. Jean bei Neufchatel entstehen lassen, und sollen bei den Erfolgen dieses ersten schweizerischen Etablissements noch neun andere solche Anlagen

in der Schweiz in der nächsten Zeit begründet werden. Auch steht eine Anwendung dieses Verfahrens zur Verwerthung der holsteinischen, oldenburgischen, hannöverschen und braunschweigischen Torfmoore in Aussicht, ja selbst in Esthland bei Villkomierz, Gouvernement Kowno, beabsichtigt man das Challeton'sche Verfahren zur Herstellung dichter Torfziegel behufs der Heizung der Petersburg-Warschauer Bahnlinie nachzuahmen, da das Endurtheil aller Berichterstatter, welche das Verfahren an Ort und Stelle geprüft haben, stets dahin lautet, daß dieses neue Verfahren zur gleichzeitigen Reinigung und Concentration des Torfes bei allen Torfarten von geeigneter Qualität (Moor- und Wiesentorf), große Vortheile erwarten lasse und jetzt schon überall gut rentiren werde, wo die gewöhnliche Torfarbeit rentirt.

Das Wesentliche des Verfahrens besteht nach Berichten in Folgendem (Dingler's Polytechn. Journ. 141 S. 69 und 146 S. 265.): Zur Verarbeitung kommt ein Torf von mittlerer Güte und zwar ein Streich- und Bagger-Torf, was zu berücksichtigen ist, da ein solcher Torf allein sich zu der in Rede stehenden Behandlung eignet. Das Lager, welches eine Tiefe von 10 bis 12 Fuß besitzt, ist von schmalen Canälen durchschnitten, die mit Kähnen befahren werden, die den gestochenen Torf zur Fabrik bringen. An der Stelle, wo man den Torf sticht, wird er von der Oberfläche bis in die ganze Tiefe hinweggenommen, und da die Wiesenfläche nur etwa 1 bis 2 Fuß über dem Wasserspiegel steht, so geschieht der Stich größtentheils unter Wasser und zwar so, daß man den Torf nicht kaschert, sondern durch ein eigenes Instrument in ziegelähnlichen Streifen absticht. Aus den Kähnen wird derselbe in einen mit Wasser angefüllten Graben bei der Fabrik geworfen und von hier aus ohne Sonderung durch Eimerwerke, nach Art der Baggermaschine, zugleich mit dem Wasser in die oberen Etagen des Fabrikgebäudes geführt und in einen hölzernen Trichter geschüttet, aus welchem er dann in die Zerkleinerungsmaschine gelangt. Diese von einer großen Trommel umschlossene Maschine wird zwar nicht gezeigt, aber es ist kaum anzunehmen, daß der innere Bau derselben besondere Eigenthümlichkeiten darbiete. Bei der Weichheit der Masse und der Quantität des vorhandenen Wassers, muß es ganz einerlei sein, ob dabei ein Zerquetschen, Zermalmen, Zerreißen oder Zerkneten des faserigen oder zelligen Theiles des Torfes stattfindet, oder endlich, ob nur ein möglichst vollständiges Abspülen der Masse, etwa durch Bürstenwalzen vollführt wird, was man nach dem Erhaltungszustande der eingemengten frischen Wurzeln um so eher voraussetzen kann, da die breiige Beschaffenheit des Moortorfes kaum etwas Anderes zu fordern scheint. Die Aufgabe für diesen Theil der Maschine bleibt immer nur die möglichst feine Aufschlämmung der Torfmasse, und für diesen Zweck wird dieselbe je nach der Qualität des zu verarbeitenden Torfes abgeändert werden müssen. Die in der Trommel verarbeitete Masse geht dann durch ein System von Gefäßen, von denen bei gleicher Gestalt eins immer kleiner als das andere, so

daß sie in einander gestellt werden können. Jedes dieser Gefäße enthält am Boden ein aus Metallblech gefertigtes Sieb, mit etwas länglich geschnittenen Maschen, durch welche wohl der weich gewordene zertheilte Moorbrei durchpassiren kann, aber alle unerweichten Holz- und Rindenstücke, alle langfaserigen Reste und besonders die frischen Wurzeln zurückgehalten werden. Um die Siebflächen offen zu erhalten, dreht sich in der Mitte dieses Systemes eine Achse mit Armen, welche den Wandungen des Siebes angepaßt sind und Bürsten von Piassarafasern führen, durch welche eine ununterbrochene Reinigung der Maschine bewirkt wird. Aus den Sieben austretend, gelangt der Torfbrei in eine größere ziemlich hohe Schlemmkufe, in der er durch aufwärts schraubende Rührarme in steter, langsam nach oben gehender Bewegung erhalten wird, gerade hinreichend, um die fein vertheilte Torfmasse in Bewegung zu erhalten und ruhig genug, um Verunreinigungen von Sand, Stein, Muscheln &c. zu Boden sinken zu lassen, wo sie auf einer schiefen Ebene allmählich zur Seite einer mit einem Schieber versehenen Oeffnung zugleiten, durch welche sie ausgeräumt werden können. Der gereinigte dünnflüssige Torfbrei fließt oben ab, und wird durch geneigt liegende Holzcanäle mit Hülfe von Schleusen oder durch hanfene Schläuche in Formgruben geführt. Diese Becken haben eine Länge von 15 Fuß, eine Breite von 12 Fuß, ihre Tiefe beträgt 12 Zoll; an der Seite sind sie mit Brettern verkleidet, und am Boden mit Bast-, Schilf- oder Strohmatten bedeckt, um Verunreinigungen mit erdigen Bestandtheilen zu vermeiden. Der weiche Torfbrei, bis zu einer Dicke von 8 Zoll eingefüllt, verliert einen großen Theil des Wassers schnell, theils durch Einziehen des Wassers in den Untergrund, theils durch Verdunstung an der freien Luft. Bei gutem Wetter ist die Masse nach 12—30 Stunden so weit consistent geworden, daß sie zusammenhängend wird und durch Aufdrücken von gegitterten Rahmen in Prismen von der Größe unserer Torfziegeln getheilt werden kann, die nach einigen Tagen so zusammengetrocknet sind, daß man sie herausnehmen kann, um sie in Haufen geschichtet und sorgfältig recht dicht mit Schilf bedeckt, an der Luft zu trocknen. Da täglich mit einer Dampfmaschine von 8 Pferdekräften so viel Torf zubereitet werden kann, daß 50 Becken gefüllt werden können, so muß bei einer Anzahl von 800 Becken, welche in Montauger vorhanden sind, die Trocknung in 10 bis 12 Tagen so weit sein, daß die ersten Becken geleert werden können, um sie von Neuem zu füllen. Die Torfziegeln, welche frisch eine Länge von 300, eine Breite von 120 und eine Dicke von 100 Millimeter haben, sind trocken 170 Millimeter lang, 60 M. breit und 37 M. dick.

Zu St. Jean bei Neufchatel sind nur 9, aber weit größere und tiefere Becken vorhanden, mit denen jedoch dieselbe, ja eine größere Menge Torfziegeln hergestellt werden sollte, als mit jenen 800 kleineren zu Montauger. Sie waren über dem Erdboden erbaut, theils mit Backsteinen ausgebaut, theils mit Kalksteinen ausgepflastert, wor-

aus auch die Seitenwände bestanden; unterhalb waren sie drainirt und oberhalb mit einem Zapfenloche versehen. Hat sich der Torf in diesen Becken gesetzt, so zapft man den größten Theil des Wassers oben ab, während der andere geringere Theil unterhalb durch die Drainirung fortgeht. Der verdichtete Challetontorf ist außerordentlich fest und seine Schnittfläche fast metallisch glänzend; man erkennt durch sein Aeußeres nicht seinen Ursprung. Er hat bei gleichem Umfange fast das doppelte Gewicht des gewöhnlichen guten schwarzen Streichtorfes, und hat, was sich von vorn herein annehmen ließ, bei Versuchen sich als ein vortreffliches Material bei der Locomotivfeuerung bewährt. Auch für hüttenmännische Zwecke, wozu man den Torf in seinem natürlichen Zustande nur sehr unvollkommen oder gar nicht anwenden kann, hat er sich bewährt, namentlich haben Versuche zur Erzeugung von Gußstahl ein ganz vortreffliches Resultat geliefert. Der Torf zeigt einen so festen Zusammenhang, und leistet einen so starken Widerstand gegen Zerbrechen, Abkrümeln und Zerstäuben, daß er selbst bei einem weiten Transporte, wie auch beim Umladen, wenig leidet. Das specifische Gewicht des Torfes ist 1,43, sein Wassergehalt 23,2 Proc. und sein Aschengehalt 9,63 Proc., und dabei soll er die für manche technische Zwecke so unangenehme Eigenschaft des nicht comprimirten Torfes, viel Flugasche zu bilden, nicht haben. Die Torfziegeln werden entweder als solche, als vortreffliches Brennmaterial verkauft, oder in der Fabrik selbst verkohlt, und liefern eine Kohle von hohem Werthe, da, wie der Torf, so auch die erzeugte Kohle, unzerbrechlicher und dichter ist, als die gemeine Torfkohle, was sich schon äußerlich an dem hellmetallischen Graphitglanze zeigt, worin sie den besten Steinkohlenkoaks nicht viel nachsteht, vor denen sie aber noch den Vorzug hat, daß sie sich durch kalte Luft verblasen läßt, selbst ohne Luftzugfeuer hält und langsam verglimmt. Bei dem nicht sehr großen Aschengehalte und der großen Festigkeit dürften die von Challeton erzeugten Kohlen von Torf im Gebrauchswerthe den Holzkohlen nahe kommen. Neben dieser guten und leicht zu verführenden Kohle gewinnt Challeton bei dem Verkohlen, als werthvolle Nebenprodukte, Paraffin, schweres und leichtes Mineralöl und Ammoniak, und das erzeugte Gas ist von vortrefflicher Beschaffenheit und dient zur Erleuchtung der ganzen Fabrik. Bei dem Verkohlen des Torfes kommen wir auf die Challetonsche Torfkohle zurück.

Die einzigen Einwendungen, die sich gegen Challeton's Verdichtungsverfahren machen lassen, sind die, daß die unzersetzten Pflanzenreste nicht zur Anwendung kommen, wodurch ein sehr großer Abfall an werthvollem Brennstoffe entsteht, und ferner die Gewinnung sich nur auf die trockene Jahreszeit beschränkt und von günstiger Witterung abhängt.

Wenn es in der Folge gelungen sein wird, die mechanischen Einrichtungen für Challeton's Verfahren, die Verdichtung und Reinigung des Torfes wesentlich zu vereinfachen, und es selbst für

kleine Handmaschinen anwendbar zu machen, so dürfte das Verfahren wegen der Güte des Produktes wesentlich dazu beitragen, dem Torfe an so vielen Orten, wo die gemeine Torfarbeit keinen Gewinn giebt, einen hohen Werth zu geben und dort auch eine sichere Rentabilität für eine Photogen- und Paraffin-Fabrik herbeizuführen, da diese von der Erzeugung einer festen, nur wenig aschehaltigen Kohle durchaus abhängig ist.

Zu Böblingen, in der Nähe von Hohenheim, sind Versuche mit einfachen Maschinen gemacht worden. Die dortigen Torflager befinden sich in Senkungen der Muschelkalkformation, und die Qualität wechselt je nach der größeren oder geringeren Beimengung von Muscheltrümmern. Die Hauptmasse dieser Torfe gehört den sogenannten älteren Torfen an und besteht aus dichten, stark zersetzten vegetabilischen Resten; es fehlen aber auch die jüngeren leichteren Torfe nicht. Eine dieser Torfflächen wurde entwässert, und der bloßgelegte Torf, so wie auch die beim Stechen anderer Torfe vorkommenden Abfälle einem Verfahren, wie zu Montauger üblich, unterworfen. Die zum Verdichten des Torfes so wichtige und zunächst erforderliche vollständige Zerkleinerung des hier schon zum Theil getrockneten Torfes wurde durch Anwendung einer Maschine, wie sie zum Reiben der Rüben in den Zuckerfabriken gebraucht werden, auf's Vollständigste erreicht. Die Leistungsfähigkeit zeigte sich im Verhältniß zur erforderlichen Betriebskraft so bedeutend, daß zu dem vorliegenden Zwecke kaum eine geeignetere Vorrichtung zu wünschen bleibt. Die innige Vermischung des auf diese Weise gewonnenen Torfstaubes mit Wasser konnte hier durch die Benutzung einer Bocardusmühle, durch welche man den Brei laufen läßt, noch erleichtert werden. Diese vollständige Zerkleinerung und innige Vermischung mit dem Wasser trägt wesentlich dazu bei, später eine recht feste Masse zu erhalten, und die angestellten Versuche zeigten, daß zur dichten Lagerung der Theile eine vollständige Zerstörung alles natürlichen Zusammenhanges nöthig sei. Einerseits machte der Mangel an Sand und schweren Verunreinigungen ein Schlämmen unnöthig; anderer Seits zeigte es sich als unausführbar, die der verarbeiteten Torfmasse beigemischten Schneckentrümmer (da diese kaum ein größeres specifisches Gewicht als die Torffaser selbst zeigten und noch dazu durch beigemischte feine Letten selbst in einer großen Menge Wasser in Suspension gehalten wurden) durch Schlämmen zu entfernen. Eben so verzögerte die lettige Beimischung das Abziehen des Wassers durch die siebartige Unterlage, so wie die Verdunstung der Feuchtigkeit. Es zeigte sich dabei die Nothwendigkeit einer sehr langsamen Austrocknung, die weder durch starken Luftzug, noch durch directe Einwirkung der Sonne, oder durch künstliche Erwärmung zu beschleunigen war, wenn die Entstehung von Rissen und Sprüngen vermieden werden sollte. Endlich zeigte sich auch bei der feineren Masse ein sorgfältiger Schutz gegen den Regen als dringend nöthig, indem gerade die dichteste Masse am meisten durch Nässe dem Zerfallen

ausgesetzt ist, wie dies auch bei dem besseren Stichtorfe der Fall ist. Man hätte nun einerseits, um diesem Uebelstande zu begegnen, auf eine Entfernung des Lettens, der hier sicher die Schuld trägt, bedacht sein können, doch hätten die Kosten einer solchen Präparation in keinem Verhältnisse zu dem dadurch erlangten Vortheile gestanden, obschon Versuche mit reiner Torfmasse ein Produkt gewinnen ließen, welches an Festigkeit dem Holze gleich stand und an Brennkraft es übertraf; andererseits hätte auch ein langsames Trocknen unter Dach und Fach zum Ziele geführt, was jedoch für den vorliegenden Zweck viel zu kostbar und umständlich gewesen wäre. Ein langsames Trocknen im Schatten und gegen Regen geschützt, wird nur da die größeren Kosten decken, wo die Nothwendigkeit einer größeren Festigkeit für weiteren Transport oder dergleichen die vermehrten Herstellungskosten aufwiegt. Da dies hier nicht der Fall war, so verzichtete man auf die feine Vertheilung.

Den Torf, nach Art der Lohkuchen, durch einfaches Treten mit den Füßen zu verarbeiten und dann in Formen zu streichen, wie dies in Holland mit der durch Baggern gewonnenen Torfmasse geschieht, zeigte sich bei der hier zum Theil schon ausgetrockneten und immerhin ungleichen Masse ebenfalls als unausführbar. Der Torf wurde daher zunächst in einer ausgegrabenen, nur mit einem Bretterboden ausgelegten Vertiefung mit einer hinreichenden Menge Wasser eingeweicht oder eingesumpft, so daß er als dünner Brei auf die Mühle zu bringen ist. Die dabei zur Anwendung kommende Maschine war eine Stabwalzenmaschine, wie sie in neuerer Zeit zu Hohenheim zum Mahlen und Quetschen von Kartoffeln und Rüben für den Brennereibetrieb construirt wird. Man gewann durch dieselbe eine so feine Masse, daß sie sich für den vorliegenden Zweck als ganz geeignet zeigte. Zu ihrem Betriebe reichten zwei Mann aus; die Masse drückt sich bei diesem Mahlen durch die Stäbe in's Innere der Walzen, fällt seitwärts heraus und kommt dann zum Formen. Die Form besteht aus einem 4 Fuß breiten, 7 Fuß langen und 2 Zoll hohen Rahmen mit 56 Abtheilungen oder Fächern, so daß damit auf ein Mal eine gleiche Anzahl Torfsteine herzustellen ist. Besitzt die in diese Formen zu bringende Masse die Consistenz eines dünnen Lehmbreies, so läßt sie sich dann sehr leicht in die Vertiefungen streichen; auch kann die Form gleich darauf abgehoben und auf's Neue gefüllt werden. Diese Ziegeln können eben so gut wie der Stichtorf im Freien getrocknet werden, ohne durch Sonne und Regen mehr wie dieser an seiner Festigkeit zu verlieren. Die Arbeit geht so rasch, daß 8 Mann, welche zugleich das Zuführen in die Grube, das Durcharbeiten in derselben, das Einschöpfen, Mahlen und Formen zu verrichten haben, täglich etwa 10000 Stück Torfziegeln herzustellen vermögen. Die Kosten des Aufsetzens zum Trocknen bleiben dieselben, wie beim Stichtorfe, dessen Gewinnungskosten etwa $\frac{2}{3}$ des Formtorfes betragen; diese Mehrkosten von $\frac{1}{3}$ werden durch die bessere Qualität reichlich aufgewogen. Diese

gewonnenen Ziegeln besitzen eine größere Festigkeit, entwickeln mehr Heizkraft, liefern weniger Abfall, als die gestochenen, und gewähren dadurch auch eine bessere Heizung, daß sich die Rostöffnungen weniger zusetzen, daher sich ohne heftigen Zug eine bessere Verbrennung erreichen läßt. In Böblingen wurde im Laufe eines Sommers etwa eine Million Ziegeln solchen Formtorfes gewonnen. (Württembergisches Wochenblatt für Land- und Forstwissenschaft. 1857.)

Dem Challeton'schen entgegengesetzt, ist, wie schon oben angeführt, das Gwynnesche Verfahren, der in England mit dem meisten Erfolge die Verdichtung des Torfes betrieben hat. Sein Verfahren beruht darauf, den Torf erst vollständig zu trocknen, und dann zerkleinert zu den Pressen und in Formen zu bringen, wodurch der Torf eine solche Güte erlangt, daß er ebenfalls zu allen Hüttenprozessen verwendet werden kann. Zur Darstellung des vorzüglichen patentirten gepreßten Torfes wird, nach der einen Beschreibung, der Torf, wie er aus dem Moore gewonnen, in eine Reihe von durchlöcherten Gefäßen geworfen, die in eine große Centrifugal-Maschine gestellt werden. In dieser wird der Torf so weit getrocknet, daß er auf einer Mühle zu Pulver gemahlen werden kann. Dieses Pulver geht sodann durch eine Reihe von Cylindern, welche sich in einem erwärmten Raume umdrehen, wodurch die noch zurückgebliebene Feuchtigkeit verdampft und das Pulver zur Zusammenpressung auf den erforderlichen Grad erwärmt wird. Nachdem dies letztere zwischen Tafeln bewirkt worden ist, ist der Torf zur Benutzung fertig.

Nach einer anderen Angabe wird der durch irgend ein Verfahren, sei es durch Centrifugal-Maschinen, oder mit Hülfe der erwähnten Walzwerke, oder jedes anderen geeigneten Apparates, schnell lufttrocken gemachte Torf durch einen aus einer endlosen Kette mit Kasten bestehenden Elevator zu einem Trichter oder Rumpfe emporgehoben, welcher über einer Reihe von Cylindern, die durch Dampf geheizt sind, angebracht ist, aus denen er als vollkommen trockenes feines Pulver hervorkommt. Später ist das Verfahren dadurch vereinfacht und wohlfeiler gemacht, daß der Torf, wenn er von seiner natürlichen Lagerstätte kommt, sofort zu den Trockencylindern und dann zur Preßmaschine gelangt. In den Rumpf der Preßmaschine gelangt der Torf als feines Pulver mit einer Temperatur von 82 Proc. Bei dieser Temperatur sind die bituminösen und theerigen Bestandtheile gerade hinreichend entwickelt, daß sie ein kräftiges Bindemittel bilden. Der erkaltete Torf ist fest, von außerordentlich harter und dichter Structur, sein specifisches Gewicht ist = 1,140. Das Gewicht eines englischen Kubikfußes beträgt 71,24 Pfund, während ein Kubikfuß Newkastlekohle 49,69 wiegt. Der gepreßte Torf ist vollkommen gleichartig, widersteht dem Zerkrümeln im Ofen und durch das Gebläse besser als Steinkohlen oder Koaks, und dürfte für häusliche Feuerungen, für Dampfkessel und für Hüttenwerke ein wirksames und wohlfeiles Brennmaterial sein. Beim Brennen entwickelt er keinen dicken Rauch,

sondern der Rauch steigt rasch in die Höhe und verbreitet sich schnell in der Atmosphäre. Die Verbrennungsprodukte enthalten keine schwefliche Säure. Insbesondere beabsichtigt Gwynne, den präparirten Torf bei einem neuen Verfahren bei der Erzproduktion anzuwenden. Statt Brennmaterial, Erz und Fluß oder Zuschläge schichtenweise in den Ofen zu bringen, pulverisirt man nach dem neuen Verfahren den geeignet präparirten Torf und mischt ihn in diesem Zustande mit den ebenfalls pulverisirten Erzen und Zuschlägen in dem durch Proben als zweckmäßig anerkannten Verhältnisse. Aus dem schrinnigen Gemenge vertreibt man alle Feuchtigkeit, stellt mittelst eines sehr bedeutenden Druckes kugelförmige Stücke daraus her, welche in einem Schachtofen der Gebläseluft einen hinlänglichen Durchzug gestatten, so daß dieselbe die nöthige Sauerstoffmenge an die Kohle abtreten kann. Da das Brennmaterial rein ist und die Zuschläge genau mit dem gepulverten Erze vermengt sind, so wird das Metall auf ein Mal reducirt und fließt rein ab. Bei der Stahlfabrikation besonders soll man die verschiedenen Eigenschaften des Produktes, welche von dem Verhältnisse des Kohlenstoffes abhängig sind, ziemlich in der Gewalt haben, so daß die Arbeiter stets die beabsichtigte Stahlsorte erlangen; auch soll dadurch der Gußstahlprozeß abgekürzt und wohlfeiler gemacht werden.

Für die Paraffin- und Leuchtgasgewinnung dürfte dieser gepreßte Torf bei der trockenen Destillation ein ausgezeichnetes Resultat geben, da bei einem angestellten Versuche, wobei die flüchtigen Produkte der trockenen Destillation durch eine rothglühende eiserne Röhre geleitet wurden, in der Erwartung, daß das Paraffin 2c. des Theeres zersetzt und in einen Kohlenwasserstoff von hoher Leuchtkraft verwandelt werden würde, sich 40 Proc. eines sehr leuchtenden Gases entwickelten, dabei aber noch 5,14 Proc. dicker paraffinhaltiger Theer gewonnen wurde. Ein Pfund oder 7000 Gramme von dem Torfe lieferten:

Torfkohle	2520	Gramme
Ammoniakflüssigkeit .	1320	"
dicken Theer . . .	360	"
brennbares Gas . .	2800	"
	7000	Gramme.

Dieses Gas nahm ein Volumen von 6,25 Kubikfuß ein und gab in einem Argand'schen Brenner mit 15 Löchern und einem zweizölligen Zugglase, in dem Verhältnisse von 5 Kubikfuß in der Stunde verbrannt, ein Licht gleich dem von 7 Spermacetikerzen, von denen jede in dem Verhältnisse von 120 Gramme in der Stunde verbrennt. — 100 Gewichtstheile von dem Torfe geben daher:

37,00	Kohle,
18,86	Ammoniakflüssigkeit,
5,14	dicken, Paraffin haltigen Theer,
40,00	Gas mit einer Leuchtkraft von 7 Kerzen.
100,00.	

(Dingler's Polyt. Journ. 137. S. 432.)

Auch in Haspelmoore hat man neuerdings angefangen, nach einem für Oberpostrath Exter patentirten Verfahren einen sehr dichten Torf mittelst Preßmaschine darzustellen, nachdem die Masse vorher zerkleinert und getrocknet. Der erste Theil der hierzu in Anwendung kommenden gleicht den früher schon beschriebenen. Durch eine Dampfmaschine von 40 Pferdekräften wird der Torf aus den Stichgruben mittelst Wagen, die an Seilen gezogen werden, nach der Fabrik gebracht und daselbst durch ein Walzwerk gemahlen. Der gemahlene Torf wird getrocknet und darauf durch besondere Vorrichtungen in viereckige Preßröhren gebracht und hier der Einwirkung eines Kolbens ausgesetzt, der oben durch eine Excentrik in Bewegung gesetzt wird. Diese Excentrikpresse wird durch eine Dampfmaschine von 15 Pferdekräften in Bewegung gesetzt. Unter ihrer Einwirkung erhält der Torf das Aussehen und die Form von kleinen Tafeln aus einer sehr compacten, fast glänzenden Masse. Dieselben haben die Quadratform von 3 Zoll Seite, ihre Dicke beträgt einen halben Zoll. Ein solches Stück wiegt etwa ½ Pfund, und die Maschine ist im Stande, in einer Stunde 30 Centner derselben zu fertigen. Der so gepreßte Torf hat ein größeres specifisches Gewicht als Steinkohle. Ueber die Heizkraft sind noch keine Versuche angestellt; wahrscheinlich ist sie nicht viel geringer, als die der Steinkohle. Wegen des Mangels an schädlichen animalischen Beimischungen, namentlich Schwefel, ist dieser Torf zur Locomotiv-Feuerung wie zur Eisenfabrikation und anderen technischen Betrieben geeigneter als Steinkohle. Directe Versuche auf Anwendbarkeit zur Dampfheizung für Locomotiven haben so günstige Resultate gewährt, daß dieses Präparat auf allen bayerischen Bahnen zur Locomotiv-Feuerung angewendet wird. Eben so sind auch angestellte Versuche auf seine Anwendbarkeit zum Hohofen-Betriebe günstig ausgefallen. Dieser gepreßte Torf kommt in Haspelmoore auf 16 Xr. per Centner zu stehen. (Fürther Gewerbezeitung. 1857.)

Als ein besonderer Vorzug des Verfahrens von Gwynne, so wie der durch Exter in Bayern eingeführten Verarbeitung des Torfes, muß es anerkannt werden, daß die Entfernung des Wassers auf eine schnelle und sichere, wenig Räumlichkeit erfordernde und vollständigere Weise stattfindet, als bei Challeton. Da die meisten Torfsorten jedoch reich an erdigen Beimengungen sind, so ist für diese das Verfahren darin mangelhaft, daß eine Ausscheidung der aschegebenden Verunreinigungen nicht stattfindet. Um aus solchen Torfsorten ein tadelloses Produkt zu erzielen, kann aber leicht dem obigen Verfahren die nöthige Zerkleinerung des Torfes zu einem gleichförmigen dünnen Breie und die Trennung der leichteren Torftheilchen von den schweren Beimengungen vorangeschickt werden.

7. Die Verwendung des Torfes in der Eisenhütten-Industrie.

Auf mehreren Hütten hat man einige 30 bis 40 Proc. der Holzkohlengicht durch rohen Torf ersetzt, ohne daß dadurch eine wesentliche

Betriebsveränderung veranlaßt worden wäre. Es ist bei diesen Versuchen der Torf stets lufttrocken angewendet worden, und es hat sich gezeigt, daß dem Volumen nach nahe das Doppelte, dem Gewichte nach aber etwas mehr als das Doppelte an Torf von dem sonst benöthigten Holzkohlenquantum aufgegichtet werden mußte. Ohne Zweifel kann bei gedörrtem Torfe ein größeres Quantum den Holzkohlen substituirt werden, ohne bei gleicher Schachtconstruction den Ofenbetrieb zu benachtheiligen, d. h. ohne die oberen Schachträume zu sehr abzukühlen. Das Umschmelzen des Roheisens in Cupolöfen ist wiederholt mit gedörrtem Torfe allein ausgeführt, und wurde das Dörren mit der mittelst Röhren durch eine Kammer geleiteten Ueberhitze bewirkt; ein vollkommenes Trocknen ist dabei nothwendige Bedingung.

Auf der Maximilianshütte bei Traunstein in Oberbayern betreibt man einen doppelten Puddelofen mit Torf. Das Schürloch hat 7 bayerische Zoll in's Quadrat, der Rost eine Breite von 28 Zoll. Der Torf, welcher theils Stich-, theils Form- und Schlagtorf ist, wird zur Hälfte lufttrocken, wie er vom Felde kommt, zur anderen Hälfte im gedörrten Zustande verwendet. Es werden bei normalem Gange 14,5 Kubikfuß Torf auf 1 Centner Luppen verbraucht, wobei eine Wochenproduktion von 350 Ctnrn. stattfindet.

In Steiermark ist der Torf seit 1840 beim Eisenhüttenwesen versucht; in Kärnthen wird jetzt auf zwei großen Puddel- und Walzwerken, Buchscheiden und Freudenberg, jedes mit einer jährlichen Produktion von 55 — 60000 Ctnr., Puddeleisen damit theils zu Schienen- und anderen Stabeisensorten ausgewalzt und theils in Form von Rohschienen verarbeitet. Ohne Zweifel sind diese beiden Eisenwerke die größesten, die auf die Benutzung des Torfes als Brennmaterial, angewiesen sind. Ihre Anlage und ihr dauernder erfolgreicher Betrieb gereichen den Unternehmern und Besitzern um so mehr zur Ehre, da anderwärts nur ungünstige Resultate erlangt waren und sie einerseits viele wirkliche Schwierigkeiten und andererseits viele vorgefaßte Meinungen zu überwinden hatten. Noch jetzt giebt es Eisenhüttenleute genug, die weder an einen gewinnbringenden, noch überhaupt an einen möglichen derartigen Betrieb, der ausschließlich mit Torf unterhalten wird, glauben. Es wird nämlich vielseitig in Abrede gestellt, daß mit dem Torfe allein die nöthige Hitze zum Puddeln, noch weniger zum Schweißen zu Stande gebracht werden könne, und weiter behauptet, daß die Kosten der Gewinnung, Vorbereitung und Zufuhr des Torfes so umständlich und kostspielig ausfallen, daß ein lohnender Betrieb nicht zu erwarten, ja ein größerer gar nicht möglich sei.

Zu Bugscheiden und Freudenberg wird nebst Torf immer etwas Scheitholz verwendet, weil die Holzpreise daselbst noch immer geringer sind, als die Kosten, welche der Torf veranlaßt, wogegen nur nicht viel Holz herbeigeschafft werden kann. Wo mit Gasgeneratoren gearbeitet wird, die etwas umständlicher zu reinigen sind, da verwendet man zum Anheizen Holz, indem dabei, ohne eine Reinigung des Ge-

nerators, in längstens 6 Stunden die erforderliche Hitze zum Betriebe erlangt ist, wogegen bei Torf der Generator alle 4 — 5 Stunden gereinigt werden muß, wodurch die Hitze sehr vermindert wird. Um diesen Temperaturverlust beim Reinigen des Generators während des Betriebes weniger bemerkbar zu machen, pflegt man währenddeß einige Holzscheite in den Verbrennungsraum zu werfen, wodurch der Herd besser warm gehalten wird. Beim Schweißen wird öfter mit Holz nachgeholfen, als beim Puddeln. Selbst das Dörren des Torfes geht besser, wenn gemeinschaftlich mit diesem etwas Scheitholz in die Dörrkammer eingesetzt wird, weil es in Form hohler Kreuzstöße eingesetzt, die nachfolgenden Torfpartieen lockerer erhält und daher das Durchziehen der warmen Gase, so wie auch das schnellere und gleichförmigere Dörren des Torfes begünstigt. Endlich kann auch bei feuchtem Torfe, während ungünstiger Witterung, ein Holzzusatz jeder Unterbrechung abhelfen. Daß es aber nicht nothwendig ist, sondern mit gutem lufttrockenen Torfe allein die erforderlichen Temperaturgrade erhalten und erzeugt werden können, dies läßt sich durch den Umstand beweisen, daß sowohl in Bugscheiben, als in Freudenberg der Betrieb tage- und wochenlang ohne alles Holz geführt wird.

Da, wie wir weiter oben gesehen, der Wassergehalt des Torfes bedeutender als der des Holzes ist, so läßt er sich auch schwieriger lufttrocken machen, als dieses, und wenn es genügt, das Holz ein Jahr lang in entsprechenden Haufen im Freien aufzustellen, ohne daß ein Umlegen erforderlich ist, so muß der Torf entweder unter Dach, oder frei in der Luft auf sogen. Hiefeln hängend, getrocknet und auch in Magazinen aufbewahrt werden. Eben so ist auch das Dörren des Torfes schwieriger als das des Holzes; die Darrkammern müssen kleiner und niedriger sein, als die für das Holz, und der Torf muß auch darin möglich locker aufgestellt werden. Wenn der trockene Torf durchschnittlich nicht über 6 Proc. Aschengehalt hat, wenn immer ein genügender Vorrath von vollkommen lufttrockenem Torfe vorhanden ist, wenn das Dörren ordentlich durchgeführt, und der gedrückte Torf aus den Dörrkammern weg sogleich verbraucht wird, so kann man nicht nur die gleiche Temperatur, wie mit dem gedörrten Holze, hervorbringen, sondern es werden auch die dazu erforderlichen Quantitäten Torf und Holz einander fast gleich sein. So verbraucht man auf 100 Pfund Rohschienen 3¼ massive Kubikfuß Holz, welche lufttrocken 115 Pfund wiegen. An lufttrockenem Torfe sind durchschnittlich 12 Kubikfuß, sammt Zwischenraum, mit einem Gewichte von 125 Pfund erforderlich. Die kleine Differenz von 10 Pfund oder 8 Proc. kommt auf den Mehrbetrag des Aschengehaltes und auf den Zeit- und Hitzeverlust, welcher durch das Reinigen des Generators nach jeder 4ten Charge, oder alle 5½ bis 6 Stunden veranlaßt wurde.

Sehr wesentlich ist beim Torfbetriebe das Trocknen desselben, welches entweder auf sogenannten Hiefeln oder auf Stellagen geschieht.

Die frisch gestochenen und zu den Hiefeln gefahrenen Ziegeln von 10 Zoll Länge und Breite und 3 Zoll Dicke, bleiben in der Nähe der Hiefeln 2 bis 3 Tage am Boden liegen, damit sie etwas mehr Festigkeit erlangen. Die Hiefeln bestehen aus 3 bis 4 Zoll starken Stangen, die in den Boden gesteckt werden und etwa 8 Fuß daraus hervorragen. Diese Stangen sind nun mit 8 bis 9 Sprossen versehen, die auf jeder Seite 15 Zoll hervorragen, und an jede Sprosse werden 4 bis 5 Torfziegeln gesteckt. Die Dauer des Trocknens ist nach der Witterung verschieden und dauert 4 bis 8 Wochen; 2 Hiefeln geben etwa 16 Kubikfuß lufttrockenen Torf, welche bei Fasertorf 120 und bei Specktorf 180 Pfund wiegen.

In Freudenberg wird auf Stellagen getrocknet, welche 10 Klafter lang sind, aus Pfählen bestehen, die in die Erde getrieben sind, oben ein leichtes Bretterdach und darunter 7 Stellagen aus Latten über einander haben, auf denen 2000 Stück $4\frac{1}{2}$ Zoll breite und 4 Zoll hohe und 15 Zoll lange Stücke, von denen lufttrocken 150 auf 16 Kubikfuß gehen. Der auf Hiefeln oder Stellagen getrocknete Torf wird entweder sofort zur Hütte abgefahren, oder auf Stadeln am Torfmoore, von denen jedes 50- bis 60,000 Kubikfuß fassen kann, aufbewahrt. Zu Freudenberg werden jährlich 8 bis 10 Millionen Stück Torf gewonnen. Diese werden auf einer einfachen, 2800 Klafter langen Eisenbahn zur Hütte gefördert.

Da alle Versuche, den Puddel- und Schweißprozeß mit bloß lufttrockenem Torfe auszuführen, mißlungen sind, so bleibt ein gutes gleichmäßiges Dörren ein Hauptgegenstand beim Torfbetriebe. (Siehe weiter unten das Dörren des Torfes.)

In Frankreich, wo man sich ebenfalls die größeste Mühe in dieser Beziehung gegeben hat, ist man noch zu keinem ganz praktischen Resultate gelangt.

Der Commerzienrath Frisch, Eigenthümer verschiedener Dampfschiffe, in Königsberg, hat erfolgreiche Versuche anstellen lassen, die Steinkohle durch Torfsteine zu ersetzen. Der gewöhnliche Torf wird in eigens dazu construirten Maschinen geschlämmt und mit Flüssigkeiten getränkt, welche die Brennkraft vergrößern; auch wird das Volumen der Ziegeln verkleinert. Das auf diese Weise gewonnene Material hat, wie die gemachten Proben herausgestellt, vor der Kohle den Vorzug, daß es bei seiner Anwendung die eisernen Röhren weniger angreift und die erforderliche Hitze vollkommen erzeugt.

Das zwei Meilen von Klagenfurt gelegene Rothburga-Hüttenwerk ist ebenfalls auf Torf gegründet. Es hat zwei Doppel-Puddelöfen, einen Dampfhammer von 50 Centnern, ein Luppenwalzwerk und Gebläse mit vier Cylindern. Das Torflager ist eine Stunde vom Werke entfernt, hat eine Ausdehnung von circa 210 bayerischen Tagewerken, eine durchschnittliche Mächtigkeit von 10 Fuß und soll dem Werke auf 50 Jahre Brennstoff liefern. Es hat zwei Arten Torf, Specktorf, schwarz und fettig, und schlechteren Fasertorf, heller von

Farbe und leichter. Beide Arten kommen im Lager abwechselnd vor, und liegt der Specktorf sowohl über als unter dem Fasertorfe. Die Lage des Torfmoores ist für den Wasserabfluß günstig.

Gestochen wird kein Torf, sondern er wird in Gruben aufgehackt, mit Wasser gemengt, durchgearbeitet und mittelst Karren dem Formplatze zugeführt, der sich immer den leeren Trockengestellen nachzieht. Die wendischen Arbeiter formen knieend auf der Erde, die Italiener stehend an einem Tische. Die Form ist von Holz mit Weißblech ausgefuttert. Der Arbeiter hat dieselbe auf einem Brette stehen, füllt sie mit einer Hand resp. Arm voll, drückt die Masse ein, legt ein dünnes Brettchen auf die Form, wendet sie zur Seite um und hebt die etwas konische Form ab, so daß nun der Torfziegel umgekehrt auf dem vorher aufgelegten Brettchen liegt; dieses wird sogleich von einem Gehülfen weggenommen, auf das Trockengestell wiederum gekantet aufgelegt, so daß man das Brettchen wegnehmen kann. Bis dieses geschehen, hat der erste Arbeiter den zweiten Ziegel gefertigt. Eine Arbeitercompagnie — ein sogen. Paß — besteht aus 2 Torfgräbern, 1 Zufahrer, 1 Former, 1 Gehülfen, also aus 5 Mann und kann zu Tage fertigen:

nach wendischer Methode 6000 — 7000 Stück,
nach italienischer Methode 4000 — 5000 Stück;

100 Arbeiter fertigen in einem Sommer 10 Millionen Torfziegeln.

Dritter Abschnitt.

Die Braunkohle.

Die Braunkohlen sind nach dem Torfe die jüngsten fossilen vegetabilischen Ueberreste aus verschiedenen Zeitperioden. Die älteren Braunkohlen näheren sich in Farbe, Textur und Bitumengehalt der Steinkohle, während die jüngsten vollkommen die Holzgestalt beibehalten haben oder dem Torfe fast gleichkommen. Daß die Braunkohle, gleich den übrigen brennbaren Fossilien, ihren Ursprung Pflanzenüberresten verdanke, darüber ist jetzt kein Zweifel mehr vorhanden; ob aber die Pflanzen, denen sie ihren Ursprung verdanken, an der Stelle wuchsen, wo wir die Kohlenablagerungen antreffen, oder ob sie von entfernten Punkten zusammen geschwemmt wurden, dies läßt sich nur durch das locale Vorkommen der Kohlen selbst bestimmen, jedenfalls hat beides stattgefunden.

Die brennbaren Fossilien — Steinkohlen und Braunkohlen insbesondere — gehören zwei Schöpfungsperioden an, einer älteren und einer neueren; erstere umfaßt die wirklichen Steinkohlengebilde, letztere die der Braunkohlen. Die Steinkohlen ruhen stets auf älteren Gesteinsmassen, als sie selbst sind, auf Thonschiefer, Glimmerschiefer rc.,

ihre Bedeckung ist gemeiniglich das Rothliegende, und meist bilden sie muldenförmige Einlagerungen. Die Braunkohlengebilde hingegen sind stets jünger als die Kreideformation; wo letztere vorhanden, liegen sie stets über derselben abgelagert, außerdem auch auf anderen älteren Gesteinen; ihr Dach besteht aus diluvialen Sand-, Lehm- oder Geschiebablagerungen, oft aber auch fehlt dies ganz. Ihr Alter fällt zwischen die Ablagerungen von Eocen und Miocen. Die Braunkohlen füllen ebenfalls, wie die Steinkohlen, meist muldenförmige Ablagerungen aus; oft sind sie auch in ganz horizontalen Flächen abgelagert oder lehnen sich an Bergabhängen an und fallen mit denselben in die Tiefe.

Die zur Braunkohlen-Formation gehörenden Schichten sind gewissermaßen denen der Steinkohlen-Formation ähnlich; es sind ebenfalls thonige und sandige Ablagerungen; erstere oft schiefrig, oft massig, letztere oft fest, oft lose, aber besonders auffallend durch helle weiße Farbe, während die Steinkohlensande meist schwarz und grau von Farbe sind; zwischen beiden Gebilden ist eine große Analogie durchaus nicht zu verkennen. So wie die Steinkohlen-Formation meist in Begleitung von Porphyren auftritt, so tritt die Braunkohlen-Formation wenigstens in Mittel- und Süddeutschland häufig in Begleitung von Basalten und Phonoliten auf, wie an der Rhön, am Meißner, im Siebengebirge bei Bonn, in der Wetterau ꝛc. Die Basalte sind oft älter als die Braunkohlen und sind dann von letzteren überlagert; oft sind sie jünger und sind dann von letzteren durchbrochen.

Die zwischen der Steinkohle und Braunkohle bestehenden Unterschiede lassen sich darauf zurückführen, daß die Steinkohlen unter einer festen starken Gesteinsdecke einer trocknen Destillation unterworfen waren, bei welcher alle flüchtigen gasartigen Stoffe keine Gelegenheit hatten zu entweichen, sondern in der aus Vegetabilien gebildeten Kohlenmasse mit enthalten sind, während bei der Braunkohle die aus Vegetabilien bestandene Masse zwar derselben Umbildung durch trockne Destillation ausgesetzt war, da sie jedoch mit leichterer Decke versehen waren, fanden die flüchtigen gasartigen Stoffe Gelegenheit zur Entweichung, und die Kohlenmasse selbst verlor dadurch einen großen Theil ihres Brennstoffes. Vom Torf zur Braunkohle, von der Braunkohle zur Steinkohle, von der Steinkohle zum Anthracit lassen sich Uebergänge nachweisen; sämmtliche brennbare Fossilien bestehen aus denselben Grundstoffen, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, und bilden gewissermaßen nur verschiedene Oxydationsstufen, es mögen nun die Planzenanhäufungen selbst, die den Stoff zu den brennbaren Fossilien abgaben, durch Zusammenschwemmungen von Flüssen und Meeren, oder durch Torfbildungen, oder durch Uebereinanderwachsen der Pflanzen in Urwäldern entstanden sein. Alle brennbaren Fossilien bestehen, wie erwähnt, aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff; aus denselben Bestandtheilen bestehen auch alle Fasern der Pflanzen. Der Bestandtheil der brennbaren Fossilien an Wasserstoff und Sauerstoff ist geringer, einer je älteren Formation sie angehören; dagegen steigt mit dem Alter ihrer Bildung der Gehalt an

Kohlenstoff und finden wir diesen im Anthracit — der ältesten Kohle — auch am größten vorwaltend. Torf, der unter Wasser liegt, geht mit der Zeit in Braunkohle über, während Braunkohle unter festerer und stärkerer Bedeckung, wie in der Wealden-Formation, nicht von der wahren Steinkohle — Schwarzkohle — zu unterscheiden ist. Ebenso findet man in der Nähe jüngerer Basalte die Braunkohlen ganz in Braunkohlen-Koaks umgewandelt. Eine ganz ähnliche Erscheinung findet sich in Braun- und Steinkohlenlagern, wo Selbstentzündung stattgefunden hat, die in Folge der Zersetzung von Eisenkiesen entstanden sind. Die Verwandlung der angehäuften vegetabilischen Massen, aus denen die Braunkohlen entstanden sind, in Kohlen ist, wie eben erwähnt, in Folge einer trocknen Destillation unter Entweichung der gasartigen Bestandtheile geschehen; die ältesten Gebilde dieser Art waren diesem Destillationsprocesse am längsten unterworfen und haben deßhalb die stärkste Umwandlung erfahren, die jüngeren weniger. Daß zur Vollendung einer solchen Umwandlung große Zeiträume erforderlich waren, ist selbstverständlich.

Die Braunkohlenablagerungen sind in Deutschland sehr verbreitet. Ihre Ablagerungen beginnen noch jenseits Köln am Rhein, erstrecken sich über Köln nach Bonn, wo sie eine Mächtigkeit von 100 und mehr Fußen erlangen. Am rechten Rheinufer ruhen die Braunkohlen auf Grauwacke; im Siebengebirge sind sie mit Basalt bedeckt. Stellenweise tritt der Basalt von der Seite in die Kohlen ein und verändert sie, so am Habichtswalde, am Meißner in Hessen, wo die Kohlen auf Muschelkalk und buntem Sandstein ruhen. Weiter gegen Süden ziehen sich die Braunkohlen nach dem Westerwalde hin, von wo sie sich vom Basalte zerstört in mehreren einzelnen Lagen nach der Wetterau hin erstrecken. In geringer Ausdehnung laufen sie durch das Rheingebiet, und was hier die Flötze an Größe und Mächtigkeit verlieren, ersetzen sie durch ihre bessere Qualität. Aus dem Werrathal ins Thüringer Becken übergehend, erscheinen sie unabhängig von Basalten, ziehen sich die Unstrut entlang, dann rechts nach Altenburg und Sachsen und links nach dem Fuße des Harzes, wo sie in größerer Ausbreitung, aber von geringerer Güte durch die, zwischen der Elbe und Oder gelegene Fläche sich bis durch Polen nach Rußland und bis zu den Gestaden der Ostsee erstrecken. Die Kohlenablagerungen bei Moskau und im Gouvernement Tula scheinen auch mehr der Braunkohlenbildung als Steinkohlenbildung anzugehören, da sie auf weißem Jura abgelagert sind und mehr zur Wealdenbildung gehören müssen. Reich an Braunkohlen ist Böhmen, dort ziehen sie sich von Eger nach Falkenau, Schlackenwerth, Billin und Teplitz fort. Im Innern von Böhmen trifft man sie bei Kollin, Außig ꝛc. in vielen reichen Flötzen an. Auch die Lausitz und Schlesien, Gallizien und Mähren sind reich an Braunkohlen.

Wie wichtig der Braunkohlenbergbau in Preußen ist, geht aus folgender gedrängter Uebersicht seiner verschiedenen Grubendistricte hervor:

1) In der Mark Brandenburg finden sich in der Gegend von Fürstenwalde, Frankfurt und bei Zilenzig sehr bedeutende Braunkohlenlager, und es findet auf denselben auch überall ein nicht unbedeutender Bergbau statt. Derselbe hat jedoch an vielen Punkten mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen, auch sind die meisten Braunkohlen dieser Revieren sehr unrein, mit vielem Alaun vermischt, sehr lose zusammenhaltend und durchaus keinen weiten Transport gestattend. Diese Gruben fördern jetzt allein nahe an 2 Millionen Tonnen jährlich.

2) Der Braunkohlenbergbau in Schlesien unter dem Bergamte Waldenburg hat sich in neuester Zeit ebenfalls sehr gehoben; die Kohlen sind von ganz ähnlicher Beschaffenheit wie die in der Mark Brandenburg, seine Förderung beträgt ebenfalls über eine Million Tonnen.

3) In der Provinz Sachsen und dem Hauptbergdistricte zu Halle sammt Halberstadt und Eisleben ist der Braunkohlenbergbau sehr ausgedehnt; es werden viele Millionen Tonnen Braunkohle gewonnen, theils von den Salinen, Zuckerfabriken und Privaten verbrannt, theils zur Darstellung von Leuchtstoffen benutzt; obgleich der Verbrauch der Braunkohlen ein sehr bedeutender ist, so kann der Absatz doch nur durch geringe Preise mit Steinkohlen concurriren; die jährliche Gewinnung beträgt gegenwärtig über 12 Millionen Tonnen.

4) Der Braunkohlenbergbau in der Rheinprovinz wird sich immer mehr heben, je mehr man sich bemüht, aus der Braunkohle Leuchtstoffe zu erzeugen oder brennbare Gase zum Betriebe von Eisenhütten daraus darzustellen. Auf der rechten Rheinseite im Bergamtsbezirk Siegen werden auf den bedeutenden Gruben in der Hardt in der Nähe von Bonn über 2 Millionen Tonnen producirt; auf der linken Rheinseite im Bergamtsbezirk Düren werden in der Nähe von Brühl, Stollberg und Mayen jährlich ebenfalls mehrere Millionen Tonnen gewonnen, aber auch hier leiden die Braunkohlen sehr unter der Concurrenz der Steinkohlen.

Alle älteren Braunkohlen nähern sich in Farbe, Textur und Bitumengehalt mehr der Steinkohle, während die jüngeren vollkommen die Holzgestalt beibehielten oder auch dem Torfe fast gleichkommen. Die Braunkohle ist im Allgemeinen von Farbe pechschwarz bis schwärzlichbraun und hellbraun, auf dem Striche braun oder bräunlichschwarz und glänzend, von muschligem bis erdigem Bruche, meist weicher und leichter als Steinkohle und hat oft noch deutliche Holzstructur. Sie verbrennt vor dem Löthrohre mit ziemlich heller Flamme unter Entwicklung eines brenzlichen Rauches und mit Hinterlassung vieler Asche. Die Bestandtheile sind im Wesentlichen dieselben, wie die der Steinkohle — Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff in verschiedenen Verhältnissen, aber stets durch erdige Theile verunreinigt.

Man unterscheidet folgende Arten von Braunkohle:

1) Pechkohle oder muschlige Braunkohle. Diese steht der Steinkohle am nächsten; sie ist pechschwarz von Farbe, stark fettglänzend,

härter als Gyps, spröde, von dichtem Gefüge, häufig zerborsten und zerklüftet, von vollkommen muschligem Bruche. Die Außenflächen zeigen zuweilen noch Spuren von Holztextur; im Innern ist die Andeutung eines vegetabilischen Ursprungs völlig verschwunden; sie hinterläßt viel erdige Asche; ihr specifisches Gewicht ist 1,2 — 1,3.

2) Die gemeine Braunkohle. Diese ist bräunlichschwarz, von schiefriger Absonderung und flachmuschligem Bruche, stets mehr oder minder Holztextur zeigend, von Gypshärte und wenig spröde; der Luft ausgesetzt zerspringt manche ihrer Abänderungen nach vielen Richtungen hin; häufig sind Baumblätter, Samenkapseln, Schilfstengel, Kieferzapfen und dergleichen eingeschlossen. Sie ist die gewöhnlichste unter den Braunkohlen, hat wenig Bitumen, riecht nicht gut, und hinterläßt 20 bis 30 Proc. Asche, und hat 1,3 specifisches Gewicht.

3) Die faserige Braunkohle, bituminöses Holz, Lignit, ist holz- oder schwärzlichbraun von Farbe, selten schwarz, matt oder schimmernd, sehr weich und milde. Die Holztextur ist immer sehr deutlich vorhanden; sogar die Baumrinde und Jahrringe sehr deutlich zu unterscheiden, der Querbruch ist muschlig; sie ist sehr leicht, schwimmt sogar sehr oft. Die Stämme sind meist breit gedrückt. In der Nähe von Basaltgängen sind diese Braunkohlen zuweilen vollkommen verkohlt und unterscheiden sich dann nicht von gewöhnlichen Holzkohlen. Die meisten Stämme und Aeste sind wie das Treibholz von der Rinde entblößt; man findet häufig Samen und Früchte von Koniferen, von welchen einzelne Samenkörner noch Keimkraft besitzen. Während die Stämme eine unvollkommene Umwandlung erlitten, verwandelten sich die Blätter und Zweige in gemeine Braunkohle, welche sich in dünnen Schichten zwischen den Stämmen ablagerte. An Brauchbarkeit steht die beste Holzkohle der Pechkohle nichts nach und enthält oft nur 2 Proc. Asche.

4) Die Papierkohle, Blätterkohle, ist holz- bis schwärzlichbraun, schimmernd oder matt, aus lauter papierstarken Lagen zusammengesetzt, so daß sie sich in sehr dünne Blättchen spalten läßt, ist sehr weich und milde. Sie kommt gewöhnlich in den Braunkohlenlagern, nur sehr dünne Lagen bildend, vor, enthält viele Blätterabdrücke. Die einzelnen Lagen sind biegsam, elastisch, und scheinen ihre Entstehung vorzüglich Schilfen zu danken zu haben. Eine Abart ist die zuweilen vorkommende weiße, wohlriechende Kohle, in schwachen Lagern vorkommend, sehr leicht und wie Harz brennend, einen wohlriechenden, verbranntem Cederholz gleichen Geruch gebend, hat viel Asche; diese Kohle ist leichter als Wasser.

5) Die Moorkohle, schwärzlichbraun bis pechschwarz, schwach fettglänzend bis matt, bald dünn- bald dickschiefrig, ziemlich milde, oft plattenförmig und geborsten, und zerspringt an der Luft in trapezförmige Stücke. Sie scheint ebenfalls vorzüglich aus Schilf und Sumpfpflanzen entstanden zu sein und kommt hin und wieder in älteren Braunkohlenlagern vor.

6) Erdige Braunkohle, fossile Holzerde; licht- bis schwärzlichbraun, von erdigem Bruche, zerreiblich, abfärbend, mager anzufühlen. Sie kommt mit der gemeinen und holzartigen Braunkohle gewöhnlich vor, brennt leicht und mit heller Flamme. Die sog. Kölnische Erde gehört ebenfalls zu derselben und kann, wie andere erdige Braunkohle, zugleich als Farbe- und Brennmaterial bennutzt werden. Sie ist staubartig, oft mit mehr oder minder verbundenen Theilen. Sie entwickelt einen stark bituminösen Geruch und viel Rauch beim Brennen. Die oberen Lagen bestehen nicht selten aus Schilfen, Stengeln und Blättern von Sumpfpflanzen. Sie muß vor ihrem Gebrauche zur Feuerung in Ziegelform geformt werden.

Wie oben erwähnt, kommen die Braunkohlen über der Kreidebildung vor und kommen beinahe in allen anderen Gebirgen, die jünger als die Steinkohlen-Formation sind, vor, nesterweise in den Keupergebilden, mächtiger in dem Wealden-Gebirge, am häufigsten aber in Diluvialbildungen. Ihre Hauptniederlage ist im Grobkalk, im mergeligem Thon (Tegelgebilde), in der Melasse, Nagelflue und Subapenninen-Gebilden. Ihr Vorkommen wird durch die sie begleitenden Lager von Mergel, Thon, Gyps, quarzigem eisenschüssigen Sande, Sandstein, Gerölle u. s. w. charakterisirt. Diese Glieder wechseln mannigfaltig unter einander, bald herrscht das eine, bald das andere vor. Als stete Begleiter sind die Thone zu betrachten, die fast nie bei einem Braunkohlenlager fehlen. Oft sind die Thone rein, häufiger noch bituminös oder alaunhaltig; sie bilden oft das Hangende und Liegende der Braunkohlenlager; öfters wechsellagern sie mit denselben. Der die Braunkohlen begleitende Sand wird, wenn er ein festes Bindemittel hat, Braunkohlensand genannt, er ist meist ein ganz feiner, mit vielen Glimmertheilen vermischter Sand, oft weiß, oft gelb, oft braun von Farbe, je nachdem ihm mehr oder weniger Eisenoxyd beigemengt ist; er ist nur selten fest und auch dann noch so mürbe, daß man ihn leicht mit der Hand zerbröckeln kann. Zuweilen ist der Sand ganz lose, und wenn zumal noch Wasser dazu kommt, ein oft gar nicht zu beseitigendes Hinderniß bei dem Bergbau, dem Bergmanne unter dem Namen schwimmendes Gebirge bekannt. Die Mächtigkeit der Thon- und Sandschichten steigt von einigen Zollen bis zu einigen Lachtern. In der Regel ist zwischen diesen Gliedern nur ein Braunkohlen-Flötz oder -Lager eingelagert, nur in seltenen Fällen kommen mehrere Lager oder Flötze über einander vor. Die Braunkohlen sind ebenfalls von einigen Zollen bis zu mehreren Lachtern mächtig, und nehmen in der Regel alle Unebenheiten des Grundgebirges an und fallen mit demselben in die Tiefe; wo das Grundgebirge scharf hervorspringende Kanten und Riffel bildet, setzen die Kohlenlager öfters ab, und auf diesen Kanten des Grundgebirges haben sich Rücken von Sand und Thon gebildet.

Liegen die Kohlen in großen Mulden und Becken oder Ebenen, so ist ihre Ablagerung mehr eine horizontale, und setzen dieselben dann

weite Strecken mit nur localen Unterbrechungen fort. In der Nähe von Basaltgebirgen findet man die Braunkohlen stets am bauwürdigsten; sie sind dann durch den Basalt gehoben, oft durchsetzt, und stets in eine bessere Kohle umgewandelt worden; zuweilen jedoch sind die Kohlen in der Nähe von solchen Basaltgängen ganz verbrannt und ein Aschenstreif vertritt ihre Stelle, oft sind sie auch ganz ihres Bitumengehaltes beraubt. Am Meißner in Hessen sind die Braunkohlen durch den Basalt in eine anthracitische Kohle und Glanzkohle verwandelt und nur durch eine einige Fuß mächtige Thonlage von dem Basalt getrennt. In dem Braunkohlengebirge finden sich häufig Schwefelkiese in Massen oder ganze Baumstämme in Schwefelkies umgewandelt, Blende, Gyps, gediegener Schwefel, Honigstein und Erdpech eingelagert.

Man ist anzunehmen berechtigt, daß die Braunkohlenformation verschiedenen Zeiträumen angehört; wie aber schon erwähnt, scheint die Hauptformation der Braunkohle unmittelbar nach der Bildung der Kreide erfolgt zu sein. Diese Formation besteht in Frankreich aus Lagern von Braunkohlen, die mit Thonlagern, welche Süßwassermuscheln enthalten, abwechseln. Im nördlichen Frankreich in der Gegend von Beauvais bis Reims kommt ein solcher Zug von Braunkohlenlagern vor, in welchem die Kohlenflötze 5 Mal mit Thonschichten abwechseln; ihre Mächtigkeit steigt von 2 — 12 Fuß; sie bestehen aus erdigen und dichten Braunkohlen, enthalten Stücke von bituminösem Holze und sind mit vielen Schwefelkiesen imprägnirt, so daß man sie auf Vitriol benutzt. Die ganze Ablagerung ist mit Mergel- und Kalkschichten bedeckt, die Fluß- und Seemuscheln enthalten. Man rechnet diese ganze Ablagerung zu dem Töpferthon von Paris. Ziemlich oft ist die Braunkohle mit Basaltschichten bedeckt, wie am Meißner in Hessen und an der Rhön in Franken. Am Meißner bedeckt ein Gebirge von Muschelkalk und Thonsandstein ein dünnes Sandlager, über welchem eine Ablagerung von Braunkohlen von mehreren tausend Lachter Längenerstreckung abgelagert ist, deren Mächtigkeit von einigen Fußen bis auf 60 Fuß erlangt, darüber ist eine Lage von Basalt von beträchtlicher Mächtigkeit gelagert. Die Braunkohle zeigt sich hier von allen möglichen Graden der Bitumisation. In den untersten Lagen der Braunkohle finden sich Baumstämme mit vollkommener Holztextur und hellbrauner Farbe, so daß es sich noch zu Kunstgegenständen auf der Drehbank verarbeiten läßt; hierüber ist die gewöhnliche Braunkohle abgelagert, bald Pechkohle, bald erdige Kohle, letztere bildet die Hauptmasse des Lagers. Dieses ist mit einer Schicht Glanzkohle bedeckt, hierauf folgt eine Schicht noch leichtere Kohle, schwarz und glänzend, dem Anthracite ähnlich. Die oberste Schicht bildet ein stenglicher Anthracit, welcher durch Verkohlung in Folge der Basaltbedeckung entstanden zu sein scheint. Diese von der basaltischen Bedeckung herrührende Wirkung hat viel Aehnliches mit den Wirkungen, welche Basaltgänge in den Streinkohlengebilden der älteren Formation hervorgebracht haben. Die Basaltgänge haben die Steinkohlen in Koaks verwandelt,

sie des Bitumens beraubt und ihre Güte als Brennmaterial verringert; in dem Braunkohlenlager am Meißner sind die in der Nähe des Basalts veränderten Braunkohlenlagen die gesuchtesten und die das beste Feuermaterial gebenden.

Es kommen auch häufig Braunkohlenlager ohne alle Bedeckung vor; hierzu gehört namentlich das Lager bei Köln, eine meist erdige Braunkohle, die man unter dem Namen Kölner Erde verkauft und die häufig als Farbenmaterial benutzt wird.

Die Vorbereitung der Braunkohle, um als Brennmaterial verwendet werden zu können, besteht in Folgendem. Eine der wichtigsten Vorbereitungen der erdigen, locker geförderten Braunkohle besteht im Formen und Pressen, im Rollen und Ausharken.

Das Rollen der Braunkohle geschieht unmittelbar bei der Förderung derselben; die Vorrichtung dazu ist höchst einfach und besteht in Folgendem: Es wird durch zwei 12 Fuß hohe Böcke und drei Bohlen eine hohe Brücke gebildet, deren Fuß dicht am Schachte auf der Halde steht; an diese Brücke ist eine 12 Fuß breite, 18 Fuß lange Rolle, die aus einem Gestelle, welches mit einem Rahmen versehen und auf welches 1 Zoll starke viereckige Latten so genagelt sind, daß zwischen ihnen ein leerer Raum von ¾ Zoll bleibt, so gelehnt, daß sie eine schiefe Fläche bildet. Sie steht mit ihrem Fuße auf einem Bocke, um dadurch zu verhindern, daß sich die Rolle mit Braunkohlen verstopfe. Sobald ein Kübel zu Tage gefördert ist und der Ausläufer die Kohle im Karren hat, läuft dieser die Kohle auf die Brücke bis dicht über die Rolle und stürzt den Karren auf diese aus. Die klaren Kohlen fallen bei dieser Manipulation durch die Rolllatten hindurch, die Stücken rutschen auf den Rolllatten hinab und wenn nicht versehen wird, daß die Rolle immer frei bleibt, so ist dies die billigste Aussortirung der Kohle. Ist die Kohle zu naß, so daß die klare an den Stücken sich anhängt und die Rolle so versetzt, daß nichts Klares hindurch fallen kann, so geschieht die Sortirung durch den Harken. Der Harken ist wie ein gewöhnlicher geformt, nur etwas größer und mit eisernen Zähnen versehen.

Das Formen der Kohle wird auf folgende Art bewirkt. Um die Kohle formen zu können, ist es nothwendig, daß ein Theil derselben aus feinerdiger Kohle bestehe, welche das Bindemittel abgiebt. Diese feinerdige Masse darf dagegen auch nicht in zu großer Quantität darin vorhanden sein, weil sie weniger Brennkraft besitzt, als die aus kleinen Stücken bestehende Kohle. Die Arbeiter müssen das Verhältniß, in welchem beide Sorten zu den Kohlensteinen genommen werden müssen, aus Erfahrung kennen. Wie nothwendig die klare Kohle zum Formen ist, geht daraus hervor, daß an einigen Orten sogar Asche unter die Masse geknetet wird, wenn klare Kohle mangelt.

Die Kohle wird mit dem Spaten durchgearbeitet und mit Wasser, mittelst Knetens mit den Füßen, zu einem breiartigen Teige gemacht, welcher mit den Händen in Formen gedrückt wird. Die Formen sind

länglich viereckige Kasten, welche unten und oben offen sind. Die zubereitete Kohlenmasse wird auf einen Formentisch geschaufelt, und von dieser Masse werden die Formen gefüllt und vollgedrückt; sobald dies geschehen ist, nimmt ein Arbeiter dieselbe weg und leert sie auf dem Trockenplatze aus, wo die Steine so lange liegen bleiben, bis sie trocken sind. Das Formen geschieht stets im Freien, weil es einen sehr großen Raum erfordert, und es giebt nur wenige Gruben, welche Schoppen zum Aufbewahren der Steine besitzen. Geformt wird von Mitte April bis Mitte September. Sind die Steine etwas abgetrocknet, so werden sie aufgekantet und später in lange, 3 Fuß hohe Mauern luftig aufgesetzt, um sie lufttrocken zu machen. Man versieht diese Mauern gern mit einem leichten Strohdache, um sie gegen das Wetter zu schützen.

Man macht drei verschiedene Sorten von Steinen, große, die 12 Zoll lang, 6 Zoll breit und 4 Zoll hoch sind, also 288 Kubikzoll halten; mittlere, die 8 Zoll lang, 4 Zoll breit und 4 Zoll hoch sind, 128 Kubikzoll enthalten, und kleine, die 6 Zoll lang, 4 Zoll breit und 3 Zoll hoch sind und 72 Kubikzoll halten; an Formerlöhnen wird gewöhnlich 26 Sgr. für das Tausend der ersten Sorte, 18 Sgr. für das Tausend der zweiten Sorte und 10 Sgr. für das Tausend der dritten Sorte bezahlt.

Seit längerer Zeit formt man mit Maschinen, von welchen die vortheilhafteste und zweckmäßigste Maschine die Schlickeisen'sche bei dem Formen des Torfes beschriebene Patent-Preßmaschine ist. In diese wird durch zwei Arbeiter fortwährend Kohle, wie sie aus dem Schachte kommt, aufgeworfen; die Maschine arbeitet sie klar und treibt auf zwei sich einander entgegengesetzten Seiten 5 Kohlenstränge auf Rollbrettern heraus, die durch eine einfache Abschneideeinrichtung in 25 Kohlensteine zerschnitten und von Knaben auf Laufkarren hinweggefahren werden, wie dies Alles des Weiteren bei dem Torfsteinpressen beschrieben worden ist. Mit dieser Maschine werden täglich 15000 Steine gefertigt und kommt inclusive des Lohnes für 3 Pferde das Tausend Stück Kohlensteine nur auf 12 Sgr. zu stehen, dabei kommen sie so fest aus der Maschine, daß sie sogleich aufgekantet werden können.

Braunkohlen, die in nicht sehr nassem Zustande aus der Grube kommen, pflegt man ohne Weiteres zu verbrennen, wogegen sehr nasse oder geformte Braunkohlen an luftigen, vor Regen geschützten Orten in Haufen aufgeschüttet oder gestellt werden, bis sie lufttrocken geworden sind.

Das Darren der Steine oder Stückkohle ist in Beziehung auf ihren Wärmeeffect von größtem Vortheile, ist jedoch, wie das Darren des Torfes und Holzes, mit manchen Schwierigkeiten verbunden; übrigens werden dieselben Oefen, wie bereits bei dem Darren des Holzes und Torfes beschrieben, ebenfalls angewendet; man erhält außerordentlich viel klare Kohle bei dem Darren.

Man hat die Braunkohle, namentlich in neuerer Zeit, behufs deren Verwendung zu Leuchtstoffen, öfters analytischen Untersuchungen unterworfen, und gehört die Kenntniß der einzelnen Bestandtheile eines Brennmateriales so unzertrennlich zu der Beurtheilung über seinen minder großen oder kleinen Heizeffect, daß ich mehrere dieser Analysen anführen zu müssen glaube.

Bereits im Jahre 1844 ließ ich durch Dr. Heeren, zu jener Zeit Director der chemischen Fabrik zu Frankenhausen, mehrere dortige Kohlen-Sorten untersuchen und gaben dieselben folgende Resultate.

Vier Sorten Braunkohle aus der Grube Concordia bei Frankenhausen:

	1. Sorte Concordia.	2. Sorte Concordia.	3. Sorte Concordia.	4. Sorte Ludwig.
Eigenschaften.	Lose und locker zusammenhängende Stückchen, sehr feucht, von dunkelbrauner Farbe, welche im getrockneten Zustande schwarzbraun und hin und wieder glänzend erschienen und mehr zerbröckelnd, sehr abfärbend.	Größere Stücken von stärkerem Zusammenhange und weniger feucht als Nr. 1. Farbe dunkelbraun, im getrockn. Zustande lebhaft kastanienbraun und auch hier mehr zusammenhangend als Nr. 1, mit muschligem Bruch — abfärbend.	Größere Stücken von noch stärkerem Zusammenhange und noch weniger feucht als Nr. 1, getrocknet lichtbraun, fast bräunlich, schmutzig gelb, zwischen den Fingern leicht zerreiblich und stärker abfärbend als Nr. 1 und 2. Bruch muschlig.	Größere Stücken von stärkerem Zusammenhange als Nr. 3, feucht, Farbe dunkelbraun; im getrockneten Zustande hellbraun, doch dunkler als Nr. 3; zwischen den Fingern leicht zerreiblich und abfärbend, doch weniger als 3. Bruch muschlig.
NB.	Alle vier verschiedenen Kohlensorten wurden auf einen und denselben Grad der Trockenheit gebracht.			
Physisch-chemisches Verhalten a vor dem Löthrohre zwischen der Platina-Zange.	Ohne merkliche andere Erscheinung, wie alle Braunkohlen, unter Hinterlassung einer röthlich gelben Asche verbrennend.	Ebenso.	Ebenso, jedoch zeigte diese Art bessere und längere anhaltende Flämmchen, als die beiden vorhergehenden Sorten.	Mit lange anhaltenden Flämmchen und unter Hinterlassung einer sehr leichten gelblich weißen Asche verbrennend.
b. Im verschlossenen Destillations-Apparate.	Es destillirte ein sauer reagirendes Wasser und ein dickes braunes Oel über, ferner ein in der Kälte erstarrendes Oel von gelblicher Farbe, so wie	Ebenso. In trüber destillirter Flüssigkeit (Wasser) wurde aus drei Versuchen etwas Schwefel suspendirt gefunden.	Ebenso.	Ebenso. Jedoch reagirte die durch Behandlung der zurückgebliebenen Asche mit Wasser erhaltene ungefärbte Flüssigkeit nicht alka-

	Nr. 1.	Nr. 2.	Nr. 3.	Nr. 4.
	sich Schwefelwasserstoffgas, gekohltes Wasserstoff- und kohlensaures Gas durch die dafür angewendeten Reagentien deutlich zu erkennen gaben; im Rückstande verblieb Kohle, welche nachher im offenen Platintiegel verbrannt wurde. Die hierbei erhaltene Asche mit heißem Wasser behandelt, gab eine ungefärbte, alkalisch reagirende Flüssigkeit.			lisch, sondern vollkommen neutral.
c. Gegen kochendes destillirtes Wasser.	Durch Kochen der Braunkohle mit destillirtem Wasser erhielt man eine Flüssigkeit von brauner Farbe, welche schwach sauer reagirte.	Farbe der erhaltenen Flüssigkeit wie in Nr. 1, welche aber bedeutend sauer reagirte.	Farbe der erhaltenen Flüssigkeit wie 1. und 2; ebenfalls sauer reagirend, stärker als 1, schwächer als 2.	Farbe der erhaltenen Flüssigkeit nicht so dunkel als in den vorigen 3 Sorten, schwach sauer reagirend.
Verhalten der Braunkohlenasche.	In kochendem destillirtem Wasser löst sich die Asche nur zum Theil auf; der verbliebene Rückstand hatte röthliche Farbe. Die abfiltrirte Flüssigkeit war ungefärbt, reagirte alkalisch, ließ nach dem Erkalten feine krystallinische Nadeln fallen, die in Gyps bestanden, bekam nach 24 Stunden ein Häutchen, und hinein geleitetes kohlensaures Gas trübte dieselbe augenblicklich. Diese Trübung rührte von Kalkerde her, welche als	Ebenso.	Ebenso	Die wässerige Auflösung der Asche reagirte vollkommen neutral, enthielt Gyps, aber weniger als 1, 2 und 3, schwefelsaure Alaunerde; schwefelsaures Kali und mehr Kochsalz als 1, 2 und 3, so wie eine Spur von Bittersalz; war aber ebenfalls frei von salpetersaurem Salze. Der im Wasser unlösliche Rückstand löste sich, mit verdünnter Salzsäure übergossen, unter Hinterlassung von Sand und Thon, und fast

	Nr. 1.	Nr. 2.	Nr. 3.	Nr. 4.
	kohlensaures Salz in der Kohle enthalten ist und durch das Glühen ihrer Kohlensäure beraubt worden war. In dieser wässerigen Auflösung fand man Gyps, schwefelsaure Alaunerde und Spuren von Bitter- und Kochsalz. Der röthliche, im Wasser unlösliche Rückstand wurde mit verdünnter Salzsäure übergossen, in welcher sich derselbe unter Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas und Hinterlassung von Sand und Thon zur goldgelben Flüssigkeit auflöste und in welcher Kalterde und eine bedeutende Menge Eisen gefunden wurde.			kaum bemerkter Schwefelwasserstoffgasentwicklung zur schwachgelb gefärbten Flüssigkeit auf, in welcher Eisen, aber viel weniger als in 1, 2 und 3, und Gyps entdeckt wurden.
Resultate der qualitativen Untersuchung.	Gyps, kohlensaurer Kalk, Schwefelkies, schwefelsaures Eisenoxydul, schwefelsaure Alaunerde, Bittersalz, Kochsalz und sandhaltiger Thon und zwar in verschiedenartigen, nicht constanten Verhältnissen.	Ebenso.	Ebenso.	Gyps, etwas Schwefelkies, schwefelsaure Alaunerde und schwefelsaures Kali, Kochsalz, Eisenvitriol, Bittersalz, Sand und Thon.
Bei Zerlegung der 4 Braunkohlensorten erhielt man auf 100 Theile:				

	Nr. 1.	Nr. 2.	Nr. 3.	Nr. 4.
1. Saures Wasser mit brand. Säure.	24,5.	26,9.	28,3.	29,5.
2. Dickes braunes Oel mit Paraffin.	9,7.	9,9.	10,0.	10,4.
3. Kohle.	51,6.	50,4.	50,2.	50,8.
4. Schwefelwasserstoff, Kohlenwasserstoff, Kohlensaures Gas.	14,2.	12,8.	11,5.	9,5.
Im Rückstande.	100,0.	100,0.	100,0.	100,0.
Asche.	17,5.	14,3.	11,7.	8,5.

Folgende Untersuchungen sind von Fresenius, Vohl, Wagenmann, Hübner und Vörkel für den Zweck der aus ihnen darzustellenden ätherischen Beleuchtungsmaterialien ausgeführt sind. (Nach Uhlenhuth.)

I. 1) Braunkohle von der Grube Oranien im Westerwalde; Leskohle durch 5 Destillationen ausgeführt:

	Kohlen in Grammen		Koaks.			Kohle.	Theerwasser.	Theer.	Gase.
Nr. 1.	Kohlen in Grammen 7430,	erhaltene	2200;	100	Theile Koaks liefert	29,61.	44,72.	5,37.	17,9.
Nr. 2.	" " " 7590,	"	2410;	100	" " "	31,75.	44,72.	5,37.	17,9.
Nr. 3.	" " " 7685,	"	2520;	100	" " "	32,79.	44,72.	5,37.	17,9.
Nr. 4.	" " " 7160,	"	2390;	100	" " "	33,38.	44,72.	5,37.	17,9.
Nr. 5.	" " " 8105,	"	2630;	100	" " "	32,33.	44,72.	5,37.	17,9.
	Summa: 37970,	"	12140;	100	" " "	31,97 im Mittel.			

NB. Die Leskohlen stellen ein Gemenge dar von kleinsten Stücken und Splittern bis zur Größe von 2 — 3

Männerfäusten. Die kleinen Stücke wogen etwa 25, die größten 300—400 Grammen. Die Mittelzahl ist die wirkliche, erhalten durch Vergleichung der Kohlen mit der Gesammtmenge der Koaks.

2) Stückkohlen von derselben Grube ebenfalls durch 5 Destillationen ausgeführt:

Nr. 1. Kohlen in Grammen	9285,	erhaltene Koaks	2865;	100 Theile Kohle geben Koaks	30,86.
Nr. 2. „ „ „	9720,	„ „	2828;	100 „ „ „ „	29,01.
Nr. 3. „ „ „	10585,	„ „	3175;	100 „ „ „ „	30,09.
Nr. 4. „ „ „	11475,	„ „	4805;	100 „ „ „ „	41,87.
Nr. 5. „ „ „	10310,	„ „	4245;	100 „ „ „ „	41,17.
Summa:	51375,	„ „	17910;	100 „ „ „ „	34,68 im Mittel.

Theerwasser 40,77. Theer . . . 3,19. Gase . . . 21,17.

NB. Der bedeutende Unterschied in der Ausbeute an Koaks bei 4 und 5 rührt daher, daß die, bei diesen Destillationen verwendeten Kohlen sehr aschenreich waren. Die Stücke der einzelnen Kohlen hatten ein Gewicht von 40 — 50 Pfund.

II. Grube Nassau; 1) Leskohlen; es wurden 5 Destillationen ausgeführt:

Nr. 1. Kohlen in Grammen	7820,	erhaltene Koaks	2530;	100 Theile Koaks geben Kohle	32,35.
Nr. 2. „ „ „	7740,	„ „	2580;	100 „ „ „ „	33,33.
Nr. 3. „ „ „	8305,	„ „	2360;	100 „ „ „ „	28,42.
Nr. 4. „ „ „	7740,	„ „	2470;	100 „ „ „ „	31,91.
Nr. 5. „ „ „	7770,	„ „	3375;	100 „ „ „ „	30,75.
Summa:	39374,	„ „	12315;	100 „ „ „ „	31,28.

Theerwasser 43,69. Theer . . . 3,78. Gase . . . 21,29.

2) Stückkohlen; ausgeführt durch 5 Destillationen. Um den Einfluß eines langsamen Austrocknens auf die Beschaffenheit der Koaks zu ermitteln, wurden 2 Destillationen mit lufttrocknen, 2 mit 1 Tage lang bei 120—150° C. getrockneten und eine mit 2 Tage lang bei 120 — 150° C. getrockneten Kohlen vorgenommen. Da der Theer jeder einzelnen Destillation nicht besonders gewogen werden konnte, so mußte auf die Bestimmung der Gase aus dem Verluste bei dieser Versuchungsweise verzichtet werden.

Berechnet man aus dem Theer der 5 Destillationen die Portion, welche von den beiden ersten stammt, so ergiebt sich für diese eine Gasmenge von 4,125 Grammen, im Ganzen gleich 22,8 Procent.

1) Destillation mit ungetrockneten Kohlen:

		Erhaltene Koaks.		Koaks.	Theerwasser.	Theer.	
Nr. 1.	Verwendete Kohlen in Gr. 9450.	3025;	100 Thl. Kohle liefern	32,01.	43,07.	—	
Nr. 2.	„ „ „ „ 8600.	2610;	100 „ „ „	30,35.	43,07.	—	
Nr. 3.	„ „ „ „ 6015.	2300;	100 „ „ „	27,72.	—	2,86.	1 Tag lang getr.
Nr. 4.	„ „ „ „ 5700.	2325;	100 „ „ „	29,57.	—	2,86.	Desgl.
Nr. 5.	„ „ „ „ 6700.	3355;	100 „ „ „	31,31.	—	2,86.	2 Tag lang getr.

III. Lignite aus beiden Gruben.

Die Lignite wurden durch Auslesen der Les- und Brockenkohlen erhalten und nur solche zur Destillation verwendet, die ihre Holzstruktur vollkommen bis in die kleinsten Theile beibehalten hatten und nicht durch Infiltration schwerer geworden waren. Ein Theil davon wurde durch Zerschlagen der Brockenkohlen und Stückkohlen erhalten, in welchen sich ganze Adern bildeten. Es wurden 6 Destillationen ausgeführt und zwar drei mit ungetrockneten, drei mit bei 120 — 150° C getrockneten Ligniten.

1) Destillationen mit ungetrockneten Ligniten.

Nr. 1.	Kohlen in Grammen 6640,	erhaltene Koaks 2125;	100 Theile Kohle geben Koaks 32,00.	Theerwasser 42,83.
Nr. 2.	„ „ „ 6290,	„ „ 2285;	100 „ „ „ „ 36,33.	Theer . . . 5,613.
Nr. 3.	„ „ „ 5865,	„ „ 2020;	100 „ „ „ „ 34,44.	Gase . . . . 1,73.
	Summa: 18795,	„ „ 6430;	100 „ „ „ „ 34,21 im Mittel.	

2) Destillation mit völlig (3 Tage lang bei 120—150° C.) getrockneten Ligniten, wobei dieselben 22,5 Wasser verloren.

Nr. 1.	Kohlen in Grammen 4445,	erhaltene Koaks 2145;	100 Theile Kohle geben Koaks 37,40.	Therwasser 22,36.
Nr. 2.	„ „ „ 4345,	„ „ 2105;	100 „ „ „ „ 37,55.	Theer . . . 5,878.
Nr. 3.	„ „ „ 5370,	„ „ 2480;	100 „ „ „ „ 36,13.	Gase . . . 12,6.
	Summa: 14160,	„ „ 6730;	100 „ „ „ „ 36,42.	

Zusammenstellung: 100 Theile lufttrockener Kohle liefern:

Grube.	Sorte.	Zahl d. Destillat.	Koaks.	Theerwasser.	Theer.	Spec. Gewicht.	Gase.
Oranien . .	Leskohle	5.	31,97.	44,72.	5,37.	1,043.	17,94.

Grube.	Sorte.	Zahl d. Destillat.	Koaks	Theerwasser.	Theer.	Spec. Gewicht.	Gase.
Oranien . .	Stückkohlen . . .	5.	34,86.	40,77.	3,19.	0,952.	21,17.
Nassau . . .	Leskohle	5.	31,28.	43,79.	3,78.	1,064.	21,29.
"	Stückkohlen . . .	5.	31,22.	43,07.	2,86.	1,041.	22,80.
Oranien . .	Lignite ungetrocknet .	3.	34,21.	42,83.	5,61.	1,079.	17,35.
Nassau . . .	Dergleichen auf lufttrocken berechnet .	3.	36,42.	—	5,88.	1,072.	12,60.

Untersuchungen von Hübner und Börkel über verschiedene Braunkohlen-Sorten:

I. Lignit.

a. Kohle aus Reichenbach in Böhmen.

100 Pfund lufttrockene Kohle, der trocknen Destillation unterworfen, geben:

Wasserfreien Theer: 3 Pfund $2\frac{1}{2}$ Loth.
Koaks: 43 " — "
Wasser und Gase: 53 " 29 "
100.

b. Kohle von Linz.

$84\frac{1}{2}$ Pfund lufttrockene Kohle geben:

Wasserfreien Theer: 3 Pfund 22 Loth.
Koaks: 34 " 16 "
Wasser und Gase: 46 " 10 "
100.

II. Braunkohle.

a. Kohle von Gräbers bei Halle a. d. S.
Wassergehalt 30,5 Proc.

151,5 Pfd. = 2 preuß. Scheffel geben:

Wasserfreien Theer: 8 Pfd. $24\frac{1}{2}$ Lth.
Koaks: 51 " 16 "
Gase und Wasser: 91 " $7\frac{1}{2}$ "
151 Pfd. 16 Lth.

b. Kohle von Döllnitz bei Merseburg.
Wassergehalt 48,52 Proc.

79 Pfd. = 1 preuß. Scheffel.

Wasserfreien Theer: 3 Pfd. 3 Lth.
Koaks: 18 " 16 "
Wasser und Gase: 37 " — "
79 Pfd.

c. Kohle der Grube Belohnung bei Halle.
Wassergehalt 34,37 Proc.
69 Pfd. = 1 preuß. Scheffel.

Wasserfreien Theer:	3 Pfd.	31 Lth.
Koaks:	23 „	16 „
Wasser und Gase:	41 „	17 „
	69 Pfd.	

d. Kohle von Lehmdorf bei Cönnern.
Nr. 1. Hellbraune Kohle in Stücken.
Wassergehalt 29,69 Proc.
76 Pfd. = 1 preuß. Scheffel.

Wasserfreien Theer:	4 Pfd.	16 Lth.
Koaks:	26 „	— „
Wasser und Gase:	45 „	16 „
	76 Pfd.	

Nr. 2. Dunkelbraune Kohle mit Thonadern durchzogen.
Wassergehalt 27,38 Proc.
75 Pfd. = 1 preuß. Scheffel.

Wasserfreien Theer:	3 Pfd.	16 Lth.
Koaks:	28 „	— „
Wasser und Gase:	43 „	16 „
	75 Pfd.	

e. Kohle von Lehmdorf in dunkelbraunen matten Stücken.
81 Pfd. = 1 preuß. Scheffel.

Wasserfreien Theer:	4 Pfd.	— Lth.
Koaks:	28 „	16 „
Wasser und Gase:	48 „	16 „
	81 Pfd.	

III. Schwarzkohle.

a. Steinkohlenartige Pechkohle in nußgroßen Stücken bei Leoben in Bayern.
100 Theile Kohle gaben:

Wasserfreien Theer:	8 Pfd.	6 Lth.
Koaks:	60 „	6 „
Wasser und Gase:	31 „	26 „
	100 Pfd.	

b. Kohle von Grünbach in Steiermark, Staubkohle mit Kohlenstücken gemischt.
80 Pfd. Kohle gaben:

Wasserfreien Theer:	4 Pfd.	19½ Lth.
Koaks:	53 „	16 „
Wasser und Gase:	21 „	28 „
	79 Pfd.	31½ Lth.

Obige Hübner-Vörkel'sche Destillationen waren mit dem Unterschiede von den früher angeführten Fresenius'schen ausgeführt, daß die Entwicklung der Theerdämpfe durch überhitzten Wasserdampf befördert wurde.

Die Analyse einer Braunkohle vom Kyffhäuser bei Frankenhausen gab:
25,5 sauer reagirend Wasser,
9,7 braunes empyreumat. Oel,
14,2 Gase,
51 Kohle mit 17 % Asche.
100.

Eine andere Analyse gab:
19,5 Theerwasser, sauer,
8,4 empyreumat. Oel,
7,3 Gase,
64,8 Kohle mit 8 % Asche.

Letztere Kohle gehörte der Pechkohle an.

Die rohe Kohle gab:
Asche 6,60 Proc.,
Koaks 37,18 mit 17 % Asche,
Theer 10 Proc.

Je pechähnlicher und je reiner der muschlige Bruch auftritt, desto mehr backen die Kohlen bei der Erhitzung, und desto reicher sind sie an empyreumatischem Oele.

L. Wagenmann's Untersuchung von Braunkohlensorten ergaben:

a. Für märkische, 1) eine dunkelbraune feste Kohle von 1,379 spec. Gewicht und 29,7 % Wassergehalt in 100 Theilen:

	Nr. 1.	Nr. 2.	b.	
Koaks	37,66	30,43	27,36.	
Ammoniakwasser .	36,69	48,41	9,51.	spec. Gewicht 0,895.
Theer	5,96	40,20	49,81.	
Gase und Dämpfe	19,69	17,14	13,04.	
			0,24.	Salmiak und Brandöl.
	100.	100.	100.	

Nr. 2. war eine braune, beim Trocknen zerfallende Kohle, mit holzartigen Stücken untermischt, hin und wieder mit Eisenvitriol-Krystallen bedeckt; spec. Gew. 1,252; der Wassergehalt = 39,58 Proc.; Aschengehalt 3,43.

b. Eine sächsische Kohle bestand aus feuchten, dunkelbraunen, bohnengroßen Stücken von 1,209 spec. Gew. 45,258 % Wasser und 9,83 Aschengehalt.

Auffallende Theerprocente liefern die Braunkohle bei Aschersleben mit 11 % Theergehalt und die Braunkohle von Frankfurt a. d. O. mit 9 % Theergehalt; vom spec. Gewicht 0,890.

Vohl's Untersuchungen über Braunkohlen von der Rhön lieferten:

Braunkohlenmulm 1,8800 Theer, 46,6660 Ammoniakwasser, 41,2500 Kohlenrückstand, 10,2040 Gas. Revier Bischofsheim.

Holzige Braunkohle 2,8120 Theer, 50,000 Ammoniakwasser, 36,2500 Kohlenrückstand, 10,9380 Gas. Revier Bischofsheim.

Braunkohlenmulm 3,7500 Theer, 45,6666 Ammoniakwasser, 49,5830 Kohlenrückstand, 10,004 Gas. Revier Weisbach.

Holzige Braunkohle 4,3750 Theer, 52,5000 Ammoniakwasser, 37,5000 Kohlenrückstand, 55,250 Gas. Revier Weisbach.

Grube Meta 3,2500 Theer, 63,0000 Ammoniakwasser, 28,5000 Kohlenrückstand, 5,2500 Gas. Revier Eisgraben.

Grube Hermann 2,5 Theer, 60,0000 Ammoniakwasser, 30,4700 Kohlenrückstand, 7,0300 Gas. Revier Eisgraben.

Der Theer war dunkelbraun, sein Geruch penetrant empyreumatisch; er erstarrte bei + 5° R., reagirte alkalisch, sein specifisches Gewicht schwankte zwischen 0,980 und 0,995. Der Theer der holzigen Braunkohle hatte ein höheres spec. Gewicht als der von der mulmigen.

Uebersicht der mittleren Werthe für den nutzbaren Heizeffect verschiedener Braunkohlen:

Von Schönfeld bei Außig in Böhmen 14,0 Asche, 28 % Wasser in 296 Pfd. Kohle, 5,84 Heizeffect, 691 Brenneffect für 1 Pfd. trocknes Brennmaterial.

Von Perleberg und Wittenberge, gelagert 5,0 Asche, 24 % Wasser in 267 Pfd. Kohle, 5,50 Heizeffect, 6,06 Brenneffect für 1 Pfd. trocknes Material.

Von Perleberg und Wittenberge, frisch gefördert 5,0 Asche, 46 % Wasser in 285 Pfd. Kohle, 5,76 Heizeffect, 606 Brenneffect für 1 Pfd. trocknes Material.

Von Goldfuchs bei Frankfurt a. d. O. 8,0 Asche, 48 % Wasser in 286 Pfd. Kohle, 5,55 Heizeffect, 6,10 Brenneffect für 1 Pfd. trocknes Material.

Von Nauen. Stückkohle 8,5 Asche, 50 % Wasser in 300 Pfd. Kohle, 5,50 Heizeffect, 6,15 Brenneffect für 1 Pfd. trocknes Material.

Von Nauen, geformte Kohle 11,2 Asche, 29 % Wasser in 166 Pfd. Kohle, 3,95 Heizeffect, 5,10 Brenneffect für 1 Pfd. trocknes Material.

Vierter Abschnitt.

Die Steinkohle.

Wie wir bereits bei dem Torfe und der Braunkohle erwähnt, so rühren alle mineralischen Brennstoffe von Zusammenhäufungen von

Vegetabilien her; deutliche Spuren pflanzlicher Structuren, noch mehr aber vorhandene Abdrücke und Pflanzenkerne einer untergegangenen Vegetation geben hiervon den besten Beweis. Nur unentschieden ist noch, wie wir ebenfalls bemerkt haben, ob die Vegetabilien, die das Material zu den mineralischen Brennstoffen geliefert haben, an dem Ort und der Stelle wuchsen, wo sie in Kohle verwandelt worden sind, oder ob sie von entlegenen Punkten zusammengeschwemmt wurden; es mag bald das eine, bald das andere, bald aber auch beides zugleich stattgefunden haben. Daß diese Anhäufungen von Vegetabilien aufs Neue mit Gesteinschichten bedeckt wurden, daß theils durch die dadurch entstandene Pressung, theils durch Zersetzung von Eisenkiesen sich Wärme entwickelt und ein trockener Destillationsproceß entstanden, während dessen Dauer die Vegetabilien in Kohle verwandelt, ist anerkannte Thatsache, ebenso, daß alle die Brennstoffe aus Wasserstoff, Sauerstoff und Kohlenstoff bestehen.

Die Steinkohlengebilde sind entweder auf der Uebergangsgrauwacken-Formation oder auf noch älterem Schiefer- und anderen plutonischen Gesteinen abgelagert; ihre Decke oder Dach aber besteht aus dem Rothliegenden, welches aus groben Conglomeraten von braunrother Farbe besteht; oft sind auch die Steinkohlengebilde von, bei weitem jüngeren Gebirgsgliedern überlagert. Ueberall da, wo das Rothliegende eine weite Verbreitung findet, ist die Steinkohlen-Formation darunter zu vermuthen; es ist nicht abzuleugnen, daß in der That eine gewisse Beziehung des Rothliegenden zu dem darunter liegenden Steinkohlengebirge stattfindet, wo überhaupt sich eine gewisse Vollständigkeit in der Reihe der geschichteten Gebirge zeigt. Das Rothliegende folgt seiner Entstehung nach zunächst auf die Steinkohlen-Formation und bildet, wie erwähnt, die Decke derselben; deßhalb ist das Steinkohlengebirge selbst da, wo es nicht zu Tage austritt, stets unter dem Rothliegenden zu vermuthen, zumal wenn letzteres ohne Unterbrechung eine große Ausdehnung annimmt und anzunehmen ist, daß die localen Bedingungen zur Bildung von Schichtengebirge an den fraglichen Orten vor Ablagerung des Rothliegenden andauernd bestanden habe. Die allgemeine Beziehung des Rothliegenden zu dem Steinkohlengebirge hat die Veranlassung zu vielen glücklichen Bohrversuchen gegeben. Man unterscheidet eine obere und eine untere Kohlen-Formation; ersterer gehören die Steinkohlengebilde in Thüringen, letzterer die Sachsens, Böhmens, der Ruhr- und Saargegend an. Von der oberen Kohlengruppe ist bekannt, daß sie oft auf weite Strecken kohlenleer ist oder doch nur minder mächtige und weniger ausgedehnte Flötze umschließt. Am häufigsten ist die Steinkohlen-Formation in großen muldenförmigen Vertiefungen so eingelagert, daß in der Mitte der Mulde sich die größte Menge Kohle vorfindet, dieselbe aber nach dem Umkreise derselben immer schwächer wird; oft findet man aber auch wellenförmige Ablagerungen der einzelnen Schichten, oft sind letztere geknickt, oder durch Rücken, Verwerfungen und Sprünge unterbrochen, welche von

späteren unterirdischen Hebungen oder Senkungen herrühren mögen; an anderen Orten liegen die Steinkohlenablagerungen auf große Strecken ganz ungestört, wie in England dies der Fall ist.

Das Steinkohlengebirge hat fast überall eine gleiche und ähnliche Beschaffenheit. Schieferthone und Sand, grau von Farbe und meist eine Menge Abdrücke von Vegetabilien enthaltend, wechsellagern mit einander; in diesen Schichten befinden sich die Kohlen eingelagert, ihre Schichten wechseln von wenig Zollen bis zu 50 und mehreren Fußen. Die mächtigen Kohlenflötze sind meist durch taube Zwischenmittel wieder in schwächere Lagen getrennt, welche Kohle von verschiedener Art und Güte enthalten. Auch in der Nähe der oben erwähnten Rücken ist die Kohle gewöhnlich von anderer Beschaffenheit.

Die Steinkohlen selbst hat man auf verschiedene Weise zu klassificiren gesucht; in technischer und industrieller Beziehung theilt man sie in:

1) Magere, trockene, anthracitartige Kohlen, mit dem größten Gehalte an Kohlenstoff;

2) Esch-, (Sinter-) fette oder Backkohlen;

3) Gaskohlen mit dem größten Gehalte an Wasserstoff, und

4) in magere Sandkohlen, mit wenig Kohlenstoff-Gehalt.

Die magere anthracitartige Kohle scheint einer stärkeren und längeren metamorphosischen Einwirkung ausgesetzt gewesen zu sein, wodurch sie den größten Theil ihrer flüchtigen Beschaffenheit verloren hat; sie entzündet sich nur in hoher Temperatur und unter starker Gebläseeinwirkung; sie sintert nie zusammen und brennt mit kurzer bläulicher Flamme; es gehören zu ihr meist die untersten Lagen in den Steinkohlenbecken. Die Gaskohle hingegen findet sich vorzugsweise in den oberen Schichten der Steinkohlen, sie hat mehr muschligen Bruch und tief schwarze Farbe, sie ist sehr hart und giebt leichte, wenig feste Koaks. Man unterscheidet mehrere Unterarten derselben und verwendet sie zu allen Feuerungen, die eine starke lange Flamme erfordern, zu Puddel- und Schweißöfen, Kesselfeuerungen 2c. Die eine Art wird vorzugsweise zur Gasbereitung verwendet, eine dritte Art Cannel-Kohle benannt. Die Gasentwicklung erfolgt in erhöhter Temperatur bei vollem Abschluß der Luft; je mehr die rohe Kohle an Wasserstoff, je weniger sie an Sauerstoff enthält, um so mehr wird eine Kohle Leuchtgas geben; Mangel an Wasserstoff machen anthracitische Kohlen, Ueberschuß an Sauerstoff machen die mageren Kohlen zur Erzeugung von Leuchtgas ungeeignet. Die fetten bituminösen Kohlen haben meist schiefrige oder spaltbare Textur, sind sammetschwarz und brennen mit einer gelben lebhaften und rußigen Flamme; sie werden weich, schmelzen in der Flamme, backen dann zusammen und bilden eine feste Masse. Bei weiterer Verbrennung bleibt bloß die Asche zurück und bildet Schlacken oder Cinder, wenn die Hitze stark genug war. Bei der trocknen Destillation hinterlassen diese Kohlen einen festen, dichten, klingenden, metallisch glänzenden Koak. Man unterscheidet wiederum zwei Arten

von Fettkohle, die eine ist ganz vorzüglich zur Verkoakung geeignet und giebt 60—75 Proc. Koaks. Die zweite, minder bituminöse Art ist vorzüglich für Schmiedefeuer geeignet, weil die Stücken zusammenbacken und ein Gewölbe vor dem Gebläse bilden; diese letztere Art nennt man häufig geradezu Schmiedekohlen.

In Ponson's Handbuch des Steinkohlenbergbaues von Hartmann findet sich eine tabellarische Zusammenstellung der Wärme-Effecte und specifischen Gewichte einiger Steinkohlen, wie folgt:

Anthracit: 85 Kohlenstoff, 3 Wasserstoff, 2 Wasser, 5 hygroskopisches Wasser, 5 Asche, 0,96 absoluter Wärmeeffect, 1,44 specifischer Wärmeeffect, 2350° pyrom. Wärmeeffect.

Backkohle: 78 Kohlenstoff, 4 Wasserstoff, 8 Wasser, 5 hygroskopisches Wasser, 5 Asche, 0,93 absoluter Wärmeeffect, 1,17 specifischer Wärmeeffect, 2300° pyrom. Wärmeeffect.

Sinterkohle: 75 Kohlenstoff, 4 Wasserstoff, 11 Wasser, 5 hygroskopisches Wasser, 5 Asche, 0,89 absoluter Wärmeeffect, 1,16 specifischer Wärmeeffect, 2250° pyrom. Wärmeeffect.

Sandkohle: 69 Kohlenstoff, 3 Wasserstoff, 18 Wasser, 5 hygroskopisches Wasser, 5 Asche, 0,79 absoluter Wärmeeffect, 1,06 specifischer Wärmeeffect, 2200° pyrom. Wärmeeffect.

Die Asche variirt bei den Steinkohlen zwischen 0,5 — 20 Proc.; sie besteht aus verschiedenen Erden und etwas Eisenoxyd, oft sehr vielem Schwefeleisen. Ueber das Wirkungsverhältniß der Steinkohlen hat man folgende praktische Erfahrungen gemacht: a) das Heizvermögen einer guten Steinkohle ist durchschnittlich so groß, als das einer guten Holzkohle, und doppelt so groß, als das des trocknen Holzes. Bei Schmelzprocessen nimmt man im Allgemeinen an, daß sich das Heizvermögen von Steinkohlen zu Holz dem Volumen nach verhalte, wie 5 : 1 und dem Gewichte nach wie 15 : 8. Nach Karsten wirken im Flammofen: 100 Kubikfuß Steinkohlen = 700 Kubikfuß Holz und 190 Pfund Steinkohlen = 260 Pfund Holz. Bei Siedeprocessen 100 Kubikfuß Steinkohlen = 400 Kubikfuß Holz und 100 Pfund Steinkohlen = 160 Pfund Holz.

Obgleich man in neuerer Zeit auf verschiedenen Eisenhüttenwerken angefangen hat, den Ofen ganz mit roher Steinkohle zu heizen, diese Versuche auch zu recht günstigen Resultaten geführt haben, so behalten doch die meisten Werke vor der Hand noch den Betrieb mit Steinkohlenkoaks bei. Um einen guten Koak zu erhalten, ist die Aufbereitung der Kohle erforderlich, und giebt hierüber der Bergingenieur Bérard zu Paris in den Annales des mines recht lehrreiche allgemeine Bemerkungen. (Polytechnisches Centralblatt 4. Lieferung, 1857.)

Für das Eisenhüttengewerbe ist die Aufbereitung der Steinkohlen einer der wichtigsten Fortschritte der letzten 25—30 Jahre. Dieselbe hat auf vielen Hütten, welchen nur schwefelhaltige Kohlen zu Gebote standen, im Gange der Hohöfen und in der Qualität des Produktes eine große Umwälzung hervorgerufen. Beim Hohofenbetriebe erwachsen

aus der Anwendung reiner Koaks vorzüglich folgende Vortheile: 1) Verminderung des Brennmaterialien-Verbrauches; 2) leichterer Gang; 3) bessere Qualität des Produktes. Diese Vortheile machen sich nicht überall auf gleiche Weise geltend, weil auch die Beschaffenheit der übrigen, beim Hohofenbetriebe einwirkenden Elemente, wie die Zusammensetzung der Erze und des Flußmittels, von Einfluß ist. Im Allgemeinen werden die Resultate da am günstigsten, wo die Kohle sehr schwefelhaltig ist, ja es giebt große Etablissements, für welche die Aufbereitung der Steinkohle gegenwärtig eine Lebensfrage geworden ist.

Wir wollen nun den Einfluß der Aufbereitung zunächst vom Gesichtspunkte des Koaksverbrauchs untersuchen. Nimmt man eine Kohle an, welche aus ihrem normalen Aschengehalte 10 Proc. Berge (taubes Gestein) enthält, 60 Proc. an Koaks giebt und durch die Verkoakung 20 Proc. von ihrem Bergegehalte verliert, so enthalten die producirten Koaks 13,33 Proc. unverbrennlichen Rückstand, außer dem ursprünglichen normalen Aschengehalt der Kohle. Um soviel enthalten die Koaks aus ungewaschener Kohle mehr an Rückständen, als die Koaks aus gewaschener Kohle. Bringt man dieselben in den Hohofen, so müssen sie bis zur Schmelztemperatur gebracht werden; da sie aber in der Regel sehr feuerfest sind, so nehmen sie mindestens die Hälfte ihres Gewichtes an Kohlenstoff auf, um zu schmelzen, also $\frac{13,33}{2}$. Dadurch steigt die Differenz des Koaksverbrauchs zwischen Koaks aus gewaschenen Kohlen und solchen aus ungewaschenen Kohlen auf $13,33 + \frac{1}{2}(13,33) = 20$ Proc. Die Erfahrung lehrt in der That, daß unter den angenommenen Verhältnissen die Ersparniß mindestens so groß ist, als sie sich aus der Rechnung ergiebt. Auf Hütten also, wo die auf die Gicht des Hohofens aufgegebenen Koaks 35—40 Francs à Tonne kosten, wird für jede Tonne 7—8 Frcs. erspart, was schon nicht unbedeutend ist. Es giebt aber auch Etablissements, wo der Unterschied noch bedeutender ist und 25—30 Proc. beträgt.

Was die Vortheile hinsichtlich des Hohofenganges, der Regelmäßigkeit und Leichtigkeit des Betriebes anlangt, so sind dieselben hinlänglich bekannt. Sie geben sich unmittelbar durch leichteres Ablösen von den Ofenwänden zu erkennen, durch regelmäßigeren Niedergang der Gichten, leichtflüssigere Schlacke, heißeren Gang, hellere Formen 2c. In Zahlen lassen sie sich nicht ausdrücken.

Der höhere Werth des Produktes in Folge besserer Qualität ist ebenfalls unzweifelhaft, jedoch außerordentlich. In Decazeville ist man durch die Sorgfalt, welche man auf den Betrieb im Allgemeinen verwendet hat, hauptsächlich aber auch durch Einführung der Kohlenaufbereitung, welche eine große Menge Schwefelkies wegschafft, dahin gelangt, ein billiges Schmiedeeisen ohne Zusatz von Holzkohlen-Roheisen, den man früher nicht entbehren konnte, darzustellen. Solche Beispiele sind nicht selten.

Die Qualität des mit Steinkohlen erzeugten Roheisens hat in Frankreich seit der Steinkohlenaufbereitung außerordentlich gewonnen, und hiervon hat nicht allein der Eisenwerksbesitzer, sondern auch der Consument seinen Nutzen. Aehnliche Erfolge hat man auch in Belgien gewonnen, doch in minderem Grade, weil die belgischen Kohlen im Allgemeinen wenig Schwefel enthalten. Hier haben auch manche Hütteningenieurs sich der allgemeinen Bewegung widersetzt, indem sie behaupten, daß die Berge in ihren Koaks als Flußmittel dienten. In England versorgen die Anlagen in Cocoé mehrere Hohöfen von Hartpool, welche früher die besten englischen Koaks von Brunspeth Maryhill bezogen, mit Koaks aus Waschkohlen, und der Ersatz war in jeder Beziehung vortheilhaft. Die Hammerwerke und Hohöfen von Hemathiten, Hayron und Comp. benutzen die Whitehaver Kleinkohlen, welche früher weggeworfen wurden Ebenso sind die Waschkohlenkoaks von Burn-Moor bei New-Castle aus Kleinkohlen, welche früher ganz werthlos waren und oft zu Ausfüllungen bei den Eisenbahndämmen benutzt wurden, gegenwärtig für den Betrieb sehr gesucht. In Wales produciren mehrere Gewerke und Industrielle Koaks erster Qualität aus Kleinkohlen ordinärer Qualität.

Gleich wichtig wie für den Hüttenbetrieb ist auch die Aufbereitung der Steinkohlen für den Eisenbahnbetrieb. Hier ist es von höchster Wichtigkeit, die Koaks so rein als möglich zu haben, weil man mit denselben bei gleicher Heizfläche in einer gegebenen Zeit mehr Dampf entwickeln kann, was namentlich bei Courierzügen von Einfluß ist. Auch bleibt der Rost von unverbrennlichen Rückständen befreit, die Röhren verstopfen sich weniger schnell und alle Triebtheile werden weniger schnell angegriffen und abgenutzt.

Nicht minder sind diese Vortheile bei der Steinkohle zu berücksichtigen, welche man jetzt bei Locomotiven anzuwenden anfängt. Hier ist die Reinigung von noch größerem Einflusse, weil die Gegenwart von Schwefelkies, welcher bei der Verbrennung auf dem Roste schwefliche Säure entwickelt, viel schneller einen schädlichen Einfluß auf die Dampfkessel ausübt, als wenn er durch die Verkoakung schon zum Theil zersetzt ist.

Bisher hat man die Waschkohlen fast nur zur Koaksfabrikation angewendet. Hierbei übt die Feuchtigkeit, wenn die Kohlen reich an Bitumen und Gas sind, keinen schädlichen Einfluß aus, weil diese Kohlen bei der Verkoakung eine sehr hohe Temperatur entwickeln. Etwas anderes ist es bei solchen Kohlen, welche weniger reich an flüchtigen Stoffen sind. Diese muß man 24 Stunden abtropfen lassen, wodurch sie 12—15 Proc. von dem Wasser, welches sie beim Austritte aus dem Apparate zurückhielten, verlieren. Sie länger abtropfen zu lassen, würde nichts nützen, weil das übrige Wasser zu fest anhängt; übrigens schadet dasselbe der Verkoakung gar nicht; höchstens verzögert es die Operation etwas, was aber bisweilen sogar vortheilhaft ist.

Noch anders ist es bei Kohlen, welche für den Transport, zur Bindung durch Theer oder für die Gasfabrikation bestimmt sind. Im ersten Falle werden die Transportmittel zu stark angegriffen und die Fracht unnöthig vermehrt; auch können durch das Absickern und Verdampfen des Wassers Unannehmlichkeiten entstehen; ist die Kohle zur Bindung durch Theer bestimmt, so muß sie, um ein gutes Produkt zu liefern, nicht nur gut gereinigt, sondern auch trocken sein, damit sie sich mit dem Theer vollständig verbindet und keine Risse entstehen. Würde endlich bei der Gasfabrikation die Kohle mit 12 — 15 Proc. Wassergehalt, oder selbst nur mit der Hälfte desselben angewendet, so würde beträchtlich weniger Gas genommen und die Leuchtkraft verhältnißmäßig vermindert.

Man hat durch Untersuchungen gefunden, daß der Gewichtsverlust, den die Steinkohle durch das Lufttrocknen erleidet, stets unter demjenigen stehe, den man im Trockenofen bei 100° C. erlangt. Dieses veranlaßte eine Prüfung der Wirkung der Wärme auf die Steinkohlen zwischen der gewöhnlichen Temperatur und 300° C. Von 50° an verlieren die Steinkohlen Gas, die Entwicklung desselben wird erst bei 100° und darüber recht bemerklich und steigt bis 330° oder wahrscheinlich bis zu dem Punkte, wo die eigentliche Zersetzung der Steinkohle beginnt. Die Menge des so erhaltenen Gases schwankt von 1 bis 2 Liter auf das Kilogramm Steinkohle. Man gewinnt bei dem Trocknen eine Flüssigkeit, die den Geruch des Benzins hat und deren Gewicht 10 — 15 Grammen auf 1 Kilogramm Steinkohlen wechselt. Das vereinigte Gewicht des Gases und der Flüssigkeit bildet den Verlust, welchen die Steinkohlen bei 300° erleiden; er beträgt 1 bis 2 Proc.

Eine sehr bemerkenswerthe Thatsache ist es, daß die Steinkohlen aus Gruben mit schlagenden Wettern fast ausschließlich Kohlenwasserstoff entwickeln, während in denen aus Gruben, in welchen solche sich nicht zeigen, keine Spur dieses Gases vorhanden ist, hingegen sie hauptsächlich Stickstoff und Kohlensäure entwickeln. Es ist dies ein praktisches Mittel für den Bergmann, um sich im Voraus zu überzeugen, ob ein Kohlenflötz, welches er aufgeschlossen hat, schlagende Wetter, diese Geißel des Steinkohlen-Bergbaues, entwickeln werde. Man schreibt die schlagenden Wetter einer Selbstentwicklung des in der Kohle enthaltenen Kohlenwasserstoffgases zu. Pulverisirt man schnell große Stücken einer solchen Kohle, die frisch aus der Grube gewonnen ist, und bedeckt das Pulver mit einer Glasglocke und läßt es ruhig 24 Stunden stehen, so entzündet sich das gebildete Gas, wenn solches vorhanden, durch Berührung einer brennenden Kerze. Aus diesem Versuche läßt sich folgern, daß sich die schlagenden Wetter von selbst aus der Steinkohle entwickeln; diese Selbstentwicklung brennbarer Gase erklärt auch die Explosionen in dem Schiffsraume der Dampfschiffe, die mehrmals dadurch entstanden sind, daß man mit einer brennenden Lampe hinein ging. Eine praktische Folgerung aus dieser Thatsache

ist die, daß man es vermeiden muß, einen Schiffsraum, oder jeden andern verschlossenen Ort, mit frisch aus der Grube geförderten Kohlen, welche Kohlenwasserstoffgas enthalten, zu beladen, oder daß man in diesem Falle besondere Vorsichtsmaßregeln anzuwenden hat, wenn man Explosionen verhüten will. Die Selbstentwicklung von Kohlenwasserstoff findet aber selbst dann statt, wenn der Druck der umgebenden Luft der 5fache von der atmosphärischen Luft selbst ist. Der Bergingenieur von Marsilly zu Paris (Annales des mines, 5. R., B. XII. S. 347) beweist dies durch den nachstehenden Versuch. Er bringt in ein cylindrisches Gefäß von Kupferblech 20 Kilogrammen Kohlenpulver, welches aus der schnellen Zerkleinerung kürzlich geförderter Stückkohle erhalten worden, and verschließt dies Gefäß luftdicht. Darauf treibt er mit einer Luftpumpe Luft in das Innere, bis der Druck 5 Atmosphären erreicht. Nun öffnet man den an dem oberen Theile des Cylinders angebrachten Hahn einen Augenblick und läßt einige Liter Luft in der Absicht entweichen, die Kohlenwasserstoffgas-Entwicklung zu veranlassen, die bei Einbringung des Kohlenpulvers in den Cylinder stattfinden mußte. Derselbe Hahn dient auch später zur Auffangung des gekohlten Gases. Nach Verlauf von 24 Stunden erhält man ein Gas, welches in Berührung eines entzündeten Körpers verbrennt. Dieser sehr einfache Versuch giebt fortwährend dasselbe Resultat; er zeigt, wie bemerkt, daß ein bedeutender Druck die Entwicklung schlagender Wetter nicht verhindert. Nach 6 Monaten oder wahrscheinlich noch früher ist aber die Entwicklung so vollständig, daß selbst in einer Temperatur von 300° die Steinkohle kein Kohlenwasserstoffgas mehr ausgiebt. Kohlenwasserstoffgas ist aber nicht das einzige Element, welches die in Gruben mit schlagenden Wettern gewonnenen Steinkohlen verlieren; der fettige oder bituminöse Stoff, welcher die Koaksbildung unter Entwicklung von Wärme erleichtert, verschwindet, wenn auch nicht gänzlich, doch zum Theil. Sehr fette oder backende Kohlen, welche etwa 6 Monate lang der Einwirkung der Luft unterworfen waren, gaben bei der Verkoakung im Großen nur sehr unvollkommene Koaks, während man in denselben Oefen aus frisch geförderten Kohlen von demselben Flötze die besten Produkte erhielt. Wenn nun unter den gasförmigen Produkten, die sich entweder bei einem langen Liegen an der Luft, oder durch Einwirkung einer Temperatur unter 300° entwickeln, eine sehr große Gleichheit herrscht, so ist dieselbe bei den flüssigen Produkten nicht minder vollständig und bemerkenswerth. Alle aus Gruben mit schlagenden Wettern geförderten fetten oder backenden Kohlen hören auf, sich aufzublähen oder zusammenzubacken, wenn sie der Einwirkung einer Temperatur von 300° unterworfen werden; hat man sie vor der Calcination in Pulver verwandelt, so findet man sie nach der Calcination auch als solches wieder. Die bituminöse Substanz scheidet sich daher entweder nach einer langen Aussetzung der Luft, oder durch Einwirkung der Luft unter 330° ab. Dieselben Fettkohlenstücke ohne vorherige Trocknung calcinirt, geben sehr gute Koaks mit festem Zusammenhange

und zu allen Zwecken des Haushaltes und der Gewerbe geeignet. Man weiß schon seit langer Zeit, daß selbst die weniger Schwefelkies enthaltenden Steinkohlen, wenn sie längere Zeit der Luft und der Feuchtigkeit ausgesetzt werden, einen bedeutenden Theil ihres Werthes verlieren, mögen sie nun zur Gasbereitung oder zur Verkohlung verwendet, oder auf einem Rost zur Feuerung verbrannt werden. Die vom Herrn von Marsilly angeführten Thatsachen sind nur als ein Schritt auf der Bahn zur Lösung der Aufgabe anzusehen.

Die Methode der chemischen Analyse der Steinkohlen des Herrn von Marsilly ist ganz die des Herrn H. Regnault in seinen Untersuchungen über die mineralischen Brennstoffe (Annales des mines, 3. Reihe, 12. B., S. 161). Die Regnault'schen Untersuchungen verdienen, da sie mit vervollkommneten Hülfsmitteln der Wissenschaft angestellt worden, das größte Vertrauen; sie weisen nach, wenn Aschengehalt und Stickstoff abgerechnet werden, daß keine backende Kohle über 91 und unter 80 Proc. Kohlenstoff enthält, aus welchem Grunde auch die kohlenstoffärmeren Kohlen nicht mehr backen. Innerhalb den angegebenen Grenzen des Kohlenstoffgehaltes hängt dann der Grad des Backens von dem Verhältnisse der Gewichtsmengen an Wasserstoff und Sauerstoff ab. Regnault fand in den untersuchten Back-Steinkohlen nie mehr als $5\frac{9}{10}$ Proc. und nicht weniger als $4\frac{9}{10}$ Wasserstoff, nie mehr als $9\frac{46}{100}$ Proc. und weniger als $4\frac{12}{100}$ Proc. Sauerstoff, so daß bei derselben der Procentgehalt an Sauerstoff niemals das Doppelte des mittleren Gehaltes an Wasserstoff bedeutend übersteigt; deßhalb ist eine Steinkohle um so backender, je mehr relativ der Gehalt an Sauerstoff zurücktritt. Sinterkohlen enthalten dem Gewichte nach stets mehr als das Doppelte an Sauerstoff, doch nie mehr als 12 Proc.; bei Sandkohlen stets mehr als das 3fache des Wasserstoffes, jedoch nach Regnault's Analysen nie über $18\frac{1}{2}$ Proc., womit zugleich das Sinken des Kohlenstoffgehaltes bis zu 76 Proc. und tiefer verbunden ist. In den Anthraciten findet sich 93 — 98 Proc. Kohlenstoff; Sauerstoff bleibt meist hinter dem Wasserstoffe noch zurück, zuweilen fehlt er ganz.

Die verschiedenen Substanzen, welche an der Zusammensetzung der Steinkohlen theilnehmen, sind:

Hygroskopisches Wasser,
Wasserstoffgas,
Kohlenstoff,
Sauerstoff,
Stickstoff und
Asche.

Zu ihrer Gewichtsbestimmung muß man die Koaks hinzufügen, d. h. den Rückstand, welchen die Steinkohlen bei ihrer Calcination im verschlossenen Gefäß hinterlassen

Das hygroskopische Wasser wird durch den Gewichtsverlust bestimmt, den die pulverisirten Steinkohlen erleiden, wenn man sie in der trockenen Leere der gewöhnlichen Temperatur unterwirft.

Wasserstoff, Kohlenstoff, Sauerstoff hingegen: man verbrennt die getrocknete Kohle in einem Strome von trocknem Sauerstoff und vollendet die Verbrennung, indem man das noch gekohlte Gas durch eine Kupferoxydschicht leitet, die zur Rothgluth gebracht worden ist. Der von Marsilly angewendete Apparat besteht a) aus einem mit trocknem Sauerstoffe angefüllten Gasometer; b) aus einer Röhre von feuerfestem Glase, an beiden Enden offen, davon eines mit dem Gasometer durch, mit Pottasche und Bimstein ausgefüllte Röhren in Verbindung steht; c) aus einer Röhre in Form eines U, die mit Bimstein angefüllt ist, aus einer Liebig'schen und aus einer Proberöhre. Die Länge der anzuwendenden Röhren ist nach Beschaffenheit der zu analysirenden Steinkohlen verschieden. Während bei Koaks und mageren Steinkohlen (Sinter- und Sandkohlen) eine 0,40—0,50 Meter lange Röhre hinreicht, muß man bei Arbeiten mit fetten Kohlen mit langer Flamme (Backkohle) eine 1 Meter lange Röhre anwenden.

Man füllt die vorher sorgfältig getrocknete Röhre mit warmem und erst kurz vorher calcinirten Kupferoxyd. Die Steinkohle wird auf ein kleines Platinaschälchen gelegt, welches man in die Röhre einbringt und welches die Oxydschicht berührt. Diesen Theil der Röhre bedeckt man nicht mit Folie, so daß man den Gang der Operation verfolgen und sehen kann, wenn die Veraschung erfolgt ist. Man macht das Kupferoxyd rothglühend, läßt alsdann den Sauerstoff langsam durchströmen, und zu gleicher Zeit bringt man einige Holzkohlen erst hinter und dann unter die Platinschale, um eine langsame und progressive Destillation der Steinkohle, ohne sie jedoch zu entzünden, zu bewirken. Diese Vorsicht ist besonders bei Backkohlen zweckmäßig. Darauf erhitzt man das Schälchen stärker und verbrennt die Steinkohle. Die Verbrennung wird stets an dem äußersten Punkte, wohin der Sauerstoff gelangt, bewirkt und schreitet nach und nach vor. Die Arbeit ist vollendet, wenn man in dem Schälchen keine glänzenden Punkte mehr findet. Dieses Verfahren gewährt mehr Vortheile, auch kann man die Röhre mehrmals benutzen. Die Asche bestimmt man direct und genau, wovon man sich überzeugen kann. Sie hat aber auch den Nachtheil, daß der, in geringer Menge in den Steinkohlen vorhandene Stickstoff Salpetersäure bildet, die sich in der Wasserröhre verdichtet. Es wird dadurch ein geringer Irrthum bei Bestimmung des Wasserstoffes veranlaßt. Herr von Marsilly hat die Menge der sich in der U Röhre verdichteten Salpetersäure und den dadurch für das Wasserstoffgas entstehenden Fehler mittelst übermangansaurem Kali zu bestimmen versucht; er fand diesen Fehler zwischen 0,0005 und 0,0009 Gramm.

Bestimmung des Stickstoffes. Im Allgemeinen ist der Stickstoff mit dem Sauerstoff durch die Differenz bestimmt. Seine sehr geringe Menge in den Steinkohlen machte die Analyse minder wichtig; öfters hat Herr von Marsilly den Stickstoff direct bestimmt, wozu er sich des Peligot'schen Verfahrens, als des genauesten und zugleich schnellsten, bediente.

Die Analyse des Kohlen- und Wasserstoffgases giebt, wie wir sahen, das Gewicht der Asche direct an. Herr von Marsilly hat die Controle stets dadurch bewirkt, daß er die Kohle direct in einem Platinschälchen, welches unter der Muffel eines großen Probierofens rothglühend gemacht wurde, verbrannte. Unter derselben Muffel wurde auch die Calcination der Steinkohle bewirkt, um das Gewicht der Koaks, welches sie geben, zu bestimmen. Man hat sich dazu eines mit einem Deckel versehenen Platintiegels, der in einem, ebenfalls bedeckten Thontiegel steht, bedient. Zwischen beide Deckel legte man einige Holzkohlenstückchen, um das Eindringen der Luft bei der Abkühlung zu verhindern. Bei Bestimmung der Asche und der Koaks wendet man gewöhnlich 5 Grammen Substanz an.

Herr v. Marsilly hat im Verlaufe seiner Analysen eine sehr interessante Beobachtung gemacht: er hat sich überzeugt, daß, wenn ein Stückchen Kohle auch noch so rein ist, und dem Auge auch noch so gleichartig erscheint, es bei der Verbrennung der verschiedenen Theile doch nicht gleiche Aschenmengen hinterläßt. Dasselbe läßt sich von den Koaks sagen, welche durch die Calcination der Bruchstücke eines und desselben Steinkohlenblockes erfolgen; man folgert daraus, daß man die Kohle sehr fein pulverisiren müsse, um in demselben Stücke denselben Aschen- und Kohlengehalt zu finden.

Die Analysen zeigen, daß die mageren Kohlen am wenigsten Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff und am meisten Kohlenstoff enthalten. Der Uebergang von einer Steinkohlensorte in die andere, von den mageren Kohlen ausgehend, wird durch eine Zunahme des Wasser-, Sauer- und Stickstoffes und durch eine Verminderung des Kohlenstoffes angegeben; zu gleicher Zeit nimmt der Rückstand von der Calcinirung im geschlossenen Gefäße fortwährend ab, während das Verhältniß des Kohlenwasserstoffes, der in die flüchtigen Produkte übergeht, zunimmt. Nimmt man die Formation der mageren Kohlen als älter, wie die der übrigen Sorten an, so bestätigen die Marsillyschen Analysen das von Regnault aufgestellte Gesetz, daß der Uebergang der Brennstoffe von älteren zu denen von neuerer Bildung durch eine Zunahme von Wasser- und Sauerstoff und durch eine Verminderung von Kohlenstoff erfolgt.

Aus der chemischen Untersuchung der mineralischen Brennstoffe folgt, daß die Uebereinstimmung der Eigenschaften derselben mit denen der Pflanzen im steigenden Verhältnisse steht, und daß alle vom Anthracit bis zum Torfe eine Reihe bilden, bei denen der reine Kohlenstoff die Basis ausmacht und derselbe sich nach und nach mit 4, 5 und 6 Proc. Wasserstoff, so wie auch mit 4, 8, 12 bis 30 Proc. Sauerstoff verbinden. Im Allgemeinen kann man annehmen, daß je größer das Verhältniß des Sauerstoffes zum Wasserstoffe, desto jünger auch das Brennmaterial sei.

Die von Herrn von Marsilly gemachten Analysen gewähren den Vortheil, die Charaktere der Abtheilungen, die man bei den Koh-

len machen kann, festzustellen und zu zeigen, daß die auf ihrer Zusammensetzung beruhende Classification mit derjenigen übereinstimmt, welche die Lagerungsverhältnisse und die Gesammtheit der Eigenschaften begründen. Wir haben zuvörderst drei sehr verschieden charakterisirte Arten von Kohlen:

1) Magere;
2) Fette Schmiedekohlen mit kurzer Flamme brennend;
3) Steinkohlen, die mit langer Flamme brennen.

Es wurden nun gefunden:

1) In den mageren Kohlen:

Verhältniß des Wasserstoffes	3,72	bis	4,17
Verhältniß des Kohlenstoffes	90,36	—	93,44
Verhältniß des Sauer- und Stickstoffes	2,78	—	5,68
Verhältniß des festen Kohlenstoffes	89,28	—	93,95

2) In den fetten Kohlen:

Wasserstoff	4,68	—	5,11
Kohlenstoff	87,30	—	90,49
Sauer- und Stickstoff	4,73	—	7,55
Fester Kohlenstoff	74,36	—	83,86

3) In den Kohlen mit langer Flamme:

Wasserstoff	5,21	—	5,80
Kohlenstoff	83,33	—	85,27
Sauer- und Stickstoff	9,87	—	11,01
Fester Kohlenstoff	61,01	—	66,37

Das Wasserstoff-Verhältniß, welches nur 4,20 Proc. in den mageren Kohlen erreicht, steht immer über 4,60 Proc. in den Fettkohlen und immer unter 5,11 Proc.; in den Flenu-Kohlen beträgt es stets zwischen 5,21 Proc. und 5,80 Proc.

Das Verhältniß des Kohlen-, Sauer- und Stickstoffes unterscheidet die Flenu-Kohlen sehr scharf von den fetten, allein nicht immer die letzteren von den mageren. Untersucht man aber das Verhältniß des festen Kohlenstoffes, so schwindet jeder Zweifel; es ist dies ein Element, welches jede Kategorie am besten charakterisirt.

Die Art und Weise, wie sich diese drei Kohlensorten im Feuer verhalten, die Lagerungsverhältnisse der Flötze, welche sie schütten, unterscheiden sich ebenfalls vollkommen. Zwischen den fetten und mageren Kohlen stehen in Beziehung auf Zusammensetzung und Eigenschaften die halbfetten Kohlen, welche eben so viele Abarten einer und derselben Familie bilden, mitten inne. Auch ihre geologische Stellung ist charakteristisch, indem man sie stets zwischen den fetten und mageren findet.

Die Flenu- (Flenn-) Kohlen zerfallen in zwei Klassen, in trockene Kohlen mit langer Flamme und in fette Kohlen mit langer Flamme; ihre Zusammensetzung ist wenig verschieden; es ist hauptsächlich das Vorhandensein des fetten Princips, welches diesen Unterschied begründet. Die fetten Kohlen mit langer Flamme nähern sich

jedoch mehr den fetten Schmiedekohlen; ihre Lagerungsverhältnisse sind in Beziehung der Flötze mittlere. Zwischen den fetten Kohlen mit langer Flamme und den fetten Schmiedekohlen mit kurzer Flamme stehen, sowohl in Beziehung auf ihre Zusammensetzung, als auch ihrer Eigenschaften, die harten oder auch fetten Kohlen mit langer Flamme. Man kann im Allgemeinen die Kohlen folgendermaßen classificiren:

1) Magere Kohlen;
2) Halbfette Kohlen;
3) Fette Schmiedekohlen mit kurzer Flamme;
4) Harte oder fette Schmiedekohlen mit langer Flamme;
5) Fette Kohlen mit langer Flamme;
6) Magere Kohlen mit langer Flamme.

Die Classification ist rational, denn sie beruht auf der elementaren Zusammensetzung der Kohlen, auf den Lagerungsverhältnissen der Flötze, auf denen sie vorkommen, und auf ihren Gesammt-Eigenschaften in Beziehung auf die Gewerbe.

Die Verbreitung der Steinkohle auf unserer Erde ist eine sehr große, und wollen wir dieselbe in gedrängter Kürze dem Zwecke dieser Schrift entsprechend abhandeln.

England hat die ausgedehntesten Steinkohlenlagerstätten Europa's; sie bedecken $\frac{1}{10}$ beider Inseln oder einen ungefähren Raum von 12000 englischen Quadratmeilen; auf diesen Lagerstätten werden jährlich 35 bis 40 Millionen Tonnen, à 20 Centner, Kohle gewonnen, die an ihren Gewinnungspunkten einen ungefähren Werth von 70 bis 80 Millionen Thalern haben. Aus dem amtlichen Berichte der Zollvereins-Commission über die Londoner Ausstellung entlehnen wir folgende Tabelle über Flächeninhalt, Zahl der Flötze und Mächtigkeit derselben in den einzelnen Kohlendistrikten.

		Acker Kohlenfeld.	Einzelne Flötze.	Gesammt-mächtigkeit von Fuß.
1.	Northumberland- u. Durham-Distrikt	500,000	18	80
2.	Cumberland, Westmoreland und West-riding von Yorkshire	99,500	7	—
3.	Lancashire	380,000	75	150
4.	Flintshire	120,000	5	39
5.	Nord Staffordshire	40,000	24	38
6.	Großes Yorkshire Kohlenfeld . . .	650,000	12	32
7.	Shropshire und Worcestershire . .	80,000	17	—
8.	Süd-Staffordshire Kohlenfeld . .	65,000	11	67
9.	Warwick- und Leicestershire . . .	80,000	14	63
10.	Somerset- und Gloucestershire, Bristol Kohlenfeld	130,000	50	90
11.	Forest of Dean Kohlenbecken . . .	36,000	28	52
12.	Südwales Kohlenfeld	600,000	30	100
13.	Schottische Kohlenfelder:			

	Acker Kohlenfeld.	Einzelne Flöze.	Gesammtmächtigkeit von Fuß.
Clyde- u. Lanarkshire Kohlenfeld	1,000,000	84	200
Mid-Lothian	—	24	94
Ost-Lothian	—	60	180
Kilmarnock und Airshire . . .	—	3	40
Fifeshire	—	—	21
Dumfries	45,000	10	55
14. Irländische Kohlenfelder:			
Ulster Kohlenfeld	500,000	9	40
Connaught Kohlenfeld . . .	200,000	—	—
Leinster, Killkenny	150,000	8	23
Munster	1,000,000	—	—

NB. 1 Acker = 1,5846 Preuß. Morgen.

Auf Großbritannien kommen circa $\frac{2}{3}$ der Gesammtproduktion aller Kohlen, jedoch läßt sich die Menge der Produktion nur annähernd bestimmen; der englische Kohlenbergbau beschäftigt über 100,000 Grubenarbeiter und 50,000 Kohlenschiffer, Lader oder sonst beim Kohlentransporte beschäftigte Arbeiter.

Frankreich hat im Verhältnisse zu seiner Größe und im Vergleiche zu England nur wenig Steinkohlen; vielleicht im Ganzen 280,000 Hectoliter, und bestehen dieselben aus den Becken von Gard oder der Grand Combe, den Saone- und Loire-Becken (Blanzy, Creuzot, Epinac), denen von der Loire (St. Etienne, Rive de Gier) und dem nördlichen Bassin (Anzin, Denain, Douchy, Vicogne). Im letzteren Bassin hat man an manchen Punkten 50 Flötze von je 1 — 3 Fuß Mächtigkeit ausgerichtet. Im Loire-Becken, im Reviere St. Etienne, finden sich 15 Flötze von 3 bis 15 Fuß Stärke; im Reviere Rive de Gier 8 Flötze von 9, 12, 25 und 46 Fuß Mächtigkeit. Das Becken von Creuzot oder Blancy im Departement der Saone und Loire wird in 18 Gruben abgebaut und enthält 3 Flötze von 3 bis 13 Fuß Mächtigkeit. Außer den genannten kommen noch viele Becken von minder großer Wichtigkeit vor. Die Produktion sämmtlicher Steinkohlengruben Frankreichs beträgt circa 7 Millionen Tonnen à 1000 Kilogramme. Es deckt diese Produktion das Bedürfniß Frankreichs noch nicht, und werden aus Belgien, Saarbrücken und England noch die Hälfte so viel eingefahren; die Eisenhütten-Industrie Frankreichs verbraucht die Hälfte seiner eigenen Kohlenproduktion allein; Frankreich beschäftigt über 70,000 Kohlenarbeiter.

Belgien ist im Vergleich zu seiner Größe sehr reich an Steinkohlen in seinen südlichen Bezirken von Mons, Lüttich und Charleroy. Die Mächtigkeit der belgischen Kohlenflötze wechselt zwischen 3 und 6 Fuß, oft sind sie aber auch nur so viel Zoll mächtig, ihre Zahl beträgt oft mehr als 100. Das Becken von Flenu bei Mons enthält sogar 130 Flötze, von denen jedoch nur 46 von $\frac{3}{4}$ bis 6 Fuß mächtig

abgebaut werden; im Lütticher Becken sind über 80 Flötze enthalten, von denen 64 mit einer Mächtigkeit bis zu 6 Fuß abgebaut werden; in dem Kohlenbecken von Charleroi werden von 50 Flötzen etwa 30 abgebaut. Die jährliche Produktion beträgt circa 10 Millionen Tonnen oder 230 Millionen Centner. Auch die belgische Eisen-Industrie consumirt die Hälfte der Kohlenproduktion selbst, $\frac{1}{4}$ der Produktion geht nur in's Ausland; die Produktion erfolgt in circa 300 Gruben durch 60000 Kohlenarbeiter.

In Deutschland besitzt Preußen die bedeutendsten Steinkohlen-Reviere, und namentlich ist die Produktion in den letzten Jahren gegen früher unglaublich rasch gestiegen. Die Steinkohlenförderung im westphälischen Haupt-Bergdistrikte erreichte im Jahre 1855 auf 282 in Förderung stehenden Gruben eine Höhe von 17,886,000 Tonnen (an Geldwerth 10,723,000 Thlr.); im rheinischen Haupt-Bergwerksdistrikte wurden 1856 11,330,779 Tonnen gefördert; in der Gesammtmonarchie 1856 aber auf:

22 Gruben des Staates, 469 gewerkschaftlichen und 6 standesherrlichen in Summa auf 497 Steinkohlengruben durch 62,037 Arbeiter, 44,288,456 Tonnen à 4 Berliner Scheffel, im Geldwerthe = 21,783,274 Thlr.; es ist die Produktion gegen 10 Jahre früher über noch ein Mal so hoch gestiegen. Die Steinkohlen-Produktion vertheilt sich auf die einzelnen Provinzen, wie folgt:

1) Das Saarbrückener Steinkohlengebirge. Diese Ablagerung ist hinsichtlich ihrer Mächtigkeit und der einzelnen Flötze mit der Steinkohlenformation des Waldenburger Bezirkes in Niederschlesien zu vergleichen; die Kohlen sind hart und fest, geben viel Stückkohle, und wenig Kohlenklein. Mit Ausnahme der Förderung in Ensdorf, Schwalbach und Dielsburg, welche auf einzelnen hangenden Flötzen bauen, liegen die für Rechnung des Staates betriebenen Gruben auf einem Hauptzuge, welcher unterhalb Saarbrücken an der französischen Grenze beginnt und sich bis Neunkirchen und Welles weiter erstreckt; es kommen zahlreiche und oft 10 Fuß mächtige Flötze vor, haben nur ein geringes Fallen und geben nach unten zu fette, in ihren oberen Partieen magere Kohlen. Der Absatz der Kohlen erfolgt an Eisen- und Stahlhütten, Glashütten, Ziegeleien ꝛc., ein bedeutender Theil wird verkoakt; die Koaks gehen zum größeren Theil an französische Hütten ab, ein Theil wird roh auf der Saar verschifft, die Hälfte der Kohlengewinnung, die 5 Millionen Tonnen beträgt, geht nach Rheinbayern und nach Frankreich; die Produktion ist im steten Steigen.

2) Der Steinkohlen-Bergbau im Dürener Bezirke. Die Kohlen und Flötze dieses Bezirkes sind denen im westphälischen Bezirke ziemlich gleich. Sie treten in zwei getrennten Becken, Jede-Revier und im Worm-Revier, auf, und liegen im letzteren am tiefsten, oft über 200 preußische Lachter tief. Die Förderung in beiden Revieren beträgt jetzt mehrere Millionen Tonnen, die meisten werden auf den Rheinischen Eisenbahnen befördert. Die benachbarten belgischen Gruben fördern

bessere Backkohlen, was dem Debite des Dürener Bezirkes sehr nachtheilig ist.

3) Der westphälische Steinkohlen-Bergbau. Zwischen Mühlheim an der Ruhr im Westen und Unna im Osten, zwischen Elberfeld im Süden und dem Flüßchen Emsche im Norden, von der Ruhr aber theilweise durchschnitten, tritt ein sehr großes Steinkohlengebirge auf; die Kohlen sind theils fett, theils mager und gehören zu den besten Deutschlands. In Folge der in neuester Zeit ins Leben getretenen Eisen- und Stahl-Industrie hat sich dieser Kohlen-Bergbau auf eine überraschende Weise entwickelt. Die Preise der Kohlen sind die niedrigsten in Deutschland. Ein großer Theil derselben wird an die Hüttenwerke des Bezirkes abgesetzt, ein ebenso großer Theil wird zu Lande oder auf der Ruhr verführt; der bisherige Kreis des Absatzgebietes reicht bei weitem nicht aus, um auf die Dauer die ins Leben getretene großartige Produktion beibehalten zu können; zu weiterem Export sind die Frachtsätze der Eisenbahnen zu hoch, deßhalb wird das Project eines Rhein-Elbe-Canals eine Lebensfrage für den westphälischen Kohlen-Bergbau. Auf dem Wasserwege zieht ein Pferd 1500 Centner, eine Last, zu deren Fortschaffung zu Lande deren 60—80 gehören. Ein Kohlenschiff ladet Lasten, zu denen ein ganzer Eisenbahnzug erforderlich wäre. Sind erst Rhein, Weser und Elbe durch einen Canal verbunden, so können Kohlen, ohne auf deutschem Gebiete umgeladen zu werden, direct vom Rhein an die Nordsee gehen; es werden auf der ganzen Strecke des Canals neue Hüttenwerke und andere viel Brennmaterial consumirende industrielle Etablissements entstehen, da diese dann weniger stricte an das Vorkommen von Kohlen oder Erzen in der nächsten Umgebung gebunden sind; es kann sich sodann jedes Etablissement seine eigenen Schiffe halten, die ihm Kohlen, Erze oder sonstige Produkte zuführen und abführen.

4) Der Seinkohlen-Bergbau im Regierungsbezirke Münster wird für Rechnung des Staates vom Bergamte zu Ibbenbühren betrieben. Es sind nur wenige Gruben vorhanden, welche circa 1 Million Tonnen Kohle fördern und davon viel nach Holland absetzen.

5) Der Wettiner Steinkohlen-Bergbau wird in der Nähe von Wettin und Löbejün an der Saale für Rechnung des Staates betrieben und producirt unter einer halben Million Tonnen jährlich, die in der Umgegend und auf den Salinen zu Halle und Staßfurt consumirt werden; eine große Steigerung der Produktion ist theils wegen der unregelmäßigen, im Ganzen kleinen Ablagerung und wegen der Concurrenz sächsischer und englischer Steinkohlen, so wie einer Menge reicher Braunkohlen-Gruben nicht gut möglich.

6) Der niederschlesische Bergbau liegt in der Nähe von Waldenburg und baut auf den mächtigsten, zahlreichsten und besten Flötzen mit nur geringem Fallen gegen den Horizont. Die Gruben von Neurode und der Grafschaft Glatz, so wie zu Lüvenberg bauen in besonderen Becken. Die jährliche Produktion beträgt gegen 4 Millionen Ton-

nen, die theils in der Nähe consumirt, theils auf den Eisenbahnen oder der Oder verfrachtet werden; die Kohlen backen gut und geben einen trefflichen, besonders zum Eisenhüttenbetriebe geeigneten Koak.

7) Der oberschlesische Kohlen-Bergbau liegt in dem Hauptzuge des Steinkohlengebirges zwischen Zabrze bei Gleiwitz und der polnischen Grenze; kleinere Becken sind die zwischen Nikolai und Czerwonkau, zwischen Rybnick, Loslau und Ratibor und noch südlicher vom letzteren Orte an der mährischen Grenze bei Hultschin. Die Flötze fallen meist sehr flach, die meisten Gruben bebauen nur ein Flötz, was oft bis 20 Fuß mächtig ist. Die Produktion beträgt circa 10 Millionen Tonnen, und werden die Kohlen einerseits bis Berlin, andererseits bis Wien verfrachtet; sie brechen meist in großen Stücken und liefern meist gute Backkohlen. Im obern Schlesien werden auch die Sinterkohlen beim Hüttenbetriebe benutzt.

Der Steinkohlen-Bergbau Oesterreichs war bisher im Vergleich zur großen Ländermasse nur gering, er ist aber im steten Steigen begriffen. 1855 producirte Oesterreich über 21 Millionen Centner im Werthe von 4½ Millionen Gulden; davon gehörten den ärarischen Werken in Galizien, Mähren, Schlesien und Böhmen circa 1 Million Centner, das Uebrige Privatpersonen, wovon 10 Millionen auf Böhmen, 6½ Million Mähren und Schlesien, 1¼ Million dem Canal, 1 Million Galizien, 1 Million Ungarn, 627,000 Unterösterreich, 200,000 der Militärgrenze, 50,000 Steiermark, 5000 Centner Oberösterreich gehörten.

Eisenhüttenwerke benutzen in Oesterreich nur sehr wenige Steinkohlen.

In Sachsen, wo die Steinkohlen der älteren Formation angehören, wird an zwei verschiedenen Punkten sehr bedeutender Kohlen-Bergbau getrieben, im Plauen'schen Grunde bei Dresden und in der Umgegend von Zwickau. Die Steinkohlen gehören in Sachsen nicht zum Bergregale, sondern den Grundbesitzern. Das Steinkohlengebirge im Plauen'schen Grunde, obgleich sehr bedeutend, hat keine große Ausdehnung, es kommen 3 bis 4 Flötze mit einer Mächtigkeit bis zu 20 Fuß vor; ein großer Theil der Produktion wird auf der Elbe bis Magdeburg verschifft, ein anderer Theil wird verkoakt und zur Locomotivfeuerung, zum Betriebe der Werke im Plauen'schen Grunde, zu Freiberg ꝛc. verwendet, und zur Feuerung in kleinen Feuern benutzt.

Das Zwickauer Steinkohlengebirge liegt südlich von Zwickau im Mulden-Thale und zieht sich mit theilweiser Unterbrechung bis in die Gegend von Chemnitz. Man findet mehrere Flötze von 3—30 Fuß Mächtigkeit.

Sachsen zählte im Jahre 1855 im Ganzen 81 Steinkohlenwerke in beiden Kohlenbecken mit einem Gesammt-Ausbringen von 11,594,026 Dresdner Scheffeln, 256 technische Beamtete und 7931 anfahrende Kohlenarbeiter. — Minder mächtig sind die Ablagerungen von Hainichen, und Flöha und Gückelsberg.

In den Herzoglich sächsischen Ländern finden sich bei Ilmenau im Weimarischen und Gothaischen, sowie bei Eisfeld im Meiningenschen einige geringe Steinkohlenwerke, von denen jedoch die Produktion nicht bekannt ist.

Bayern besitzt einige nicht unbedeutende Steinkohlenwerke zu St. Imbert, Bergamtsbezirk Steben bei Kronach, Amberg, Kissingen und München, fördert ungefähr 5 Millionen Centner Kohlen durch 4000 Arbeiter. In Baden wird in der Nähe von Offenburg ein kleiner Steinkohlen-Bau betrieben und werden daselbst gegenwärtig 80 bis 100000 Tonnen anthracitartige Steinkohlen gefördert.

Kurhessen betreibt in der Grafschaft Schaumburg mit Schaumburg-Lippe einen gemeinschaftlichen Kohlenbergbau von jährlich 6 bis 800000 Tonnen; Hannover betreibt ebenfalls am Deister einen Steinkohlen-Bergbau, fördert daselbst jährlich 2 Millionen Tonnen einer ausgezeichneten Steinkohle.

Von den übrigen europäischen Staaten ist die Förderung nicht bekannt. Schweden hat in Schonen Kohlengruben, Rußland besitzt ausgedehnte Steinkohlenlager zwischen dem Dnieper und Donez und in Sibirien; in jedem Jahre werden dort mehr Steinkohlen aufgefunden; bedeutend sind die Bobrinskischen Lager im Gouvernement Tula und von da bis Moskau. Auch in Portugal, Spanien und Italien, im Toscanischen hat man bedeutende Steinkohlen-Lager gefunden.

Brennende Steinkohlenflötze sind nicht selten; es findet sich fast kein großes Steinkohlenbecken, wo nicht irgend ein solcher Brand stattgefunden hätte. So brennen seit vielen Jahren Steinkohlenflötze zu Planitz bei Zwickau und bei Burgk in Sachsen, in Nieder- und Oberschlesien, bei Eschweiler u. s. w. Die Selbstentzündung, namentlich in Gruben, wo die kiesreichen klaren Berge nicht rein gefördert worden, ist nichts Seltenes.

Viele Steinkohlen sind wegen ihrer natürlichen Dichtigkeit wenig zur Aufnahme von Feuchtigkeit geeignet; die meisten derselben kommen in einem solchen Grade von Trockenheit aus den Gruben, daß sie sofort als Brennmaterial benutzt werden können. Eine allgemeine Vorbereitung, die mit allen Steinkohlen vorgenommen werden muß, ist das Zerkleinern derselben. Der Grad dieser Zerkleinerung richtet sich nach der Beschaffenheit der Feueranlagen, in denen sie verbrannt werden sollen; Steinkohlengruß läßt sich nur zur Kesselfeuerung, zur Gewinnung brennbarer Gase oder zur Koaksbereitung verwenden. Im letzteren Falle müssen sie völlig aufbereitet, d. h. gewaschen werden; je sorgfältiger dies geschieht und jemehr alle unhaltigen tauben Berge daraus entfernt werden, um einen so besseren Koak liefern sie sodann. Dieses Waschen besteht in dem sogenannten Siebsetzen oder durch Waschen in Schlämmgräben.

Die Kohlensetzmaschine besteht aus einem eisernen Kasten, welcher durch eine Scheidewand, die nicht bis auf den Boden hinabreicht, in zwei ungleiche Fächer getheilt ist, und zwar so, daß dieselben unten

mit einander in Verbindung stehen. In der größeren Abtheilung befindet sich ein Gitter, auf welches man die aufzubereitenden Kohlen stürzt, während sich in der kleineren ein Kolben bewegt. Der Kasten ist bis über die Kohlen mit Wasser gefüllt, welches der Kolben bei seinem Niedersinken unter das Gitter drückt, die Kohle und den damit gemengten Kohlenschiefer hebt und wieder zurücksinkt, sobald der Kolben zurückgeht. Die Schiefer- und Thonstücke werden wegen ihrer größeren Schwere weniger hoch als die Kohlen gehoben, und fallen schneller zu Boden, sobald sich das Wasser zurückzieht; hieraus folgt, daß sie sich nach einigen Kolbenstößen auf dem Gitter ansammeln, und daß man die gereinigte Kohle, ohne sie zu berühren, darüber wegnehmen kann. Ein zweites Gitter, welches aus eisernen Stäben, die etwa 4 Zoll von einander entfernt sind, zusammengesetzt ist, ist etwa 5 Zoll über dem Wasser angebracht und erleichtert das Wegnehmen der Kohlen, indem die über die Stäbe hingleitende Schaufel nur gewaschene Kohlen wegnimmt, dagegen die Schiefer nicht berührt, welche sich zwischen beiden Gittern angesammelt haben und die man von Zeit zu Zeit wegnimmt. Von Zeit zu Zeit wird neues Wasser in den Kasten gelassen. Sobald das Gitter und der Rost mit Kohlen bedeckt sind, setzen 2 Arbeiter den Kolben in Bewegung, oder es erfolgt dies durch Maschinenkraft; ein dritter Arbeiter breitet die Kohlen aus oder bewegt sie hin und her. Ist diese Arbeit hinreichend ausgeführt, so schaufelt er die gewaschene Kohle in einen Karren, den der erste Arbeiter fortfährt und ausschüttet, während der zweite Arbeiter mit Waschen fortfährt. Obgleich die Anzahl der Kolbenstöße von der Beschaffenheit der Steinkohlen abhängt, so sind doch in der Regel 15 — 20 Stöße zu einer vollkommen guten Wäsche hinreichend. Von 100 Theilen geförderter Kohle fallen ungefähr 90 Theile gewaschen. Der Abfall besteht in einem Gemenge von Schiefer und Kohle. Um den Verlust der Kohlen, die durch das Gitter gehen, möglichst zu mindern, macht man das Gitter enge. Die besten Gitter sind von Blech mit länglichen Löchern in gleichen Abständen, wie bei der Aufbereitung und Separirung des Torfes. Bei der Anwendung feiner Gitter wird der Staub schon vorher abgesiebt, damit sich die Löcher des Waschapparates nicht verstopfen. Deßhalb läßt man das Kohlenklein schon auf der Grube mittelst Rätter separiren, von denen, wie bei der Torfaufbereitung, mehrere über einander liegen, und sondert auf diese Art 4 Sorten: 1) grobe oder Stückkohlen; 2) Mittel- oder Nußkohlen; 3) kleine oder Staubkohlen; jede dieser Kohlen wird dem Setzproceß allein für sich unterworfen; 4) unreine Staubkohlen, die man auch unter dem Namen Brennberge nur zur Kesselfeuerung benutzt. Die Aufbereitung der unter 1 und 2 benannten Sorten geschieht auf großen, die der Staubkohlen auch auf kleinen Waschherden.

Die Wasch- oder Schlämmherde sind etwa 20 — 24 Fuß lange Kästen, welche geneigte, auf der Sohle eingelassene Leisten haben und durch Scheider in 4 Abtheilungen getheilt sind. Die Tiefe der Kästen

beträgt 16 Zoll; der Boden ist von einem Ende zum andern um 8 Zoll geneigt. Am Kopfe der ersten Abtheilung befindet sich ein Gerinne, welches mit einem mit Wasser angefüllten Reservoir in Verbindung steht und beliebig abgeschützt werden kann. An dem äußersten Ende befindet sich ein zweites Gerinne, welches durch ein weidenes Flechtwerk geschlossen ist, durch welches das Wasser allein abfließen kann, die Kohlen aber zurückgehalten werden. Sobald das Gerinne geöffnet ist, wirft ein Arbeiter das Kohlenklein mit einer Schaufel hinein und die Schiefern, sowie die größten Kohlenstücke setzen sich in der ersten Abtheilung ab, während die leichteren Steine in die zweite Abtheilung gelangen, die dritte und vierte aber die gereinigten Kohlen aufnimmt; die feinste Kohle setzt sich zuletzt ab. Der Staub wird vom Wasser mit fortgerissen. Bei dieser Wäsche sind zwei Arbeiter erforderlich; der eine regelt den Wasserzufluß, wirft die Kohle schaufelweise auf und rührt sie von Zeit zu Zeit um, um das Fortführen der leichteren Theile zu beschleunigen. Ist die zweite Abtheilung zu voll, so wird das Obere in die erste zurückgeschaufelt, der zweite Arbeiter schafft die so aufbereitete Kohle zu den Setzmaschinen, in welchen die zweite Aufbereitung auf die obbeschriebene Weise erfolgt.

Neuerlich ist die Aufbereitung der Steinkohle sehr vervollkommnet; welche Vortheile aus einer gut aufbereiteten Kohle dem Hüttengeschäfte erwachsen, haben wir bereits oben erörtert.

Aus den Mittheilungen des hannöverschen Gewerbevereins 1857, S. 152 geben wir noch einen gedrängten Auszug von der chemisch-technischen Untersuchung der Steinkohlen Sachsens in der Schrift des Professor W. Stein zu Dresden (4. Leipzig 1857), die einen besonders guten Anhalt zu ähnlichen Untersuchungen anderer Steinkohlen giebt. Derselbe spricht zuerst über die chemische Untersuchung ungefähr folgendermaßen aus: 1) Chemische Zusammensetzung. Zur Bestimmung des Wassergehaltes wurden vollkommen lufttrockene Kohlen so lange in einer Wärme von 100 bis 105° C. gelassen, bis bei zwei auf einander folgenden Wägungen kein Gewichtsverlust mehr wahrzunehmen war. Die Ermittelung des Kohlenstoff- und Wassergehaltes, sowie der Aschenmenge, geschah durch Verbrennung der Proben auf einer Porzellanscherbe im Sauerstoffgasstrome; die Bestimmung des Stickstoffes durch Glühen der Kohle mit Natronkalk und Auffangung des entwickelten Ammoniaks in Schwefelsäure. Zur Bestimmung des Schwefels wurden die Proben mit chlorsaurem Kali und Salzsäure bis zur vollständigen Oxydation gekocht, worauf man die saure Flüssigkeit abdampfte, durch Chlorbarium fällte und den Niederschlag auf bekannte Weise weiter behandelte. Neben der so in Erfahrung gebrachten Gesammtmenge des Schwefels wurde noch der in der Asche verbleibende Theil desselben ausgemittelt, und dieser von der Gesammtmenge abgezogen ergab die Menge des »schädlichen« Schwefels, d. h. desjenigen, welcher beim Verbrennen der Kohle mit verbrennt oder zerstörend auf die geheizten Kessel 2c. einwirkt.

Bei Ausführung der Analysen ging die Absicht dahin, nicht nur im Allgemeinen die Elementarzusammensetzung jeder Kohlenart zu bestimmen, sondern auch zu ermitteln: 1) ob und in welchem Grade die Aschenmengen, 2) ob und in welchem Grade die Zusammensetzung der aschenfreien Kohlensubstanz selbst bei einer und derselben Kohle variiren könne, und endlich 3) durch möglichst genaue Ermittelung der durchschnittlichen Zusammensetzung dieser letzteren den Praktikern die Möglichkeit zu gewähren, durch eine bloße Aschenbestimmung die Elementarzusammensetzung einer von ihnen benutzten Kohle zu berechnen. Aus diesem Grunde sind die Kohlenproben in doppelter Weise für die Untersuchung vorbereitet worden. Zuerst wurden aus der ganzen zu Gebote stehenden Menge verschiedene Stücke ausgesucht, welche dem äußeren Ansehen nach die mittlere Beschaffenheit der Kohlensorten darstellten und dem Gewichte nach etwa $\frac{1}{4}$ der ganzen Probe betrugen. Diese Stücke wurden durch den Hammer so zerkleinert, daß ein Zerstäuben nicht stattfinden konnte und daß Stückchen von der Größe eines Pfefferkornes und darunter entstanden. Hiervon wurden nun mehrere Analysen, bis zu acht an der Zahl ausgeführt, um die vorkommenden Verschiedenheiten in der Zusammensetzung kennen zu lernen, welche in der That auch öfters sehr bedeutend waren. Hierauf wurde — mit Ausnahme einiger Probestücke — der ganze Kohlenvorrath, die eben genannten Proben mit eingeschlossen, mit destillirtem Wasser befeuchtet in einem Mörser gepulvert, das Pulver durch ein Sieb geschlagen noch feucht innig gemengt, und eine Probe zur Analyse davon abgenommen. Da im letzten Falle die Kohlenmenge stets $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ Centner betrug, so kann man wohl annehmen, daß das Resultat der Analyse die wirkliche durchschnittliche Zusammensetzung der Kohle darstellt.

Bezüglich der Aschen ist noch zu erwähnen, daß bei der Analyse nur ihre Menge festgestellt wurde. Durch Einäscherung unter der Muffel sind andere Proben in größeren Quantitäten angestellt worden, um 1) den Schwefelgehalt derselben, 2) die Menge der im Wasser löslichen und im Wasser unlöslichen Bestandtheile, sowie deren Qualität, endlich 3) den Grad ihrer Schmelzbarkeit vor dem Löthrohre zu bestimmen. Diese letzte Beobachtung sollte dem Praktiker Andeutungen über das Verhalten der Asche auf dem Roste geben. Die Bestandtheile in der Asche waren im Allgemeinen bei allen Kohlen dieselben, nämlich Kieselerde, Thonerde, Eisenoxyd und gewöhnlich etwas Schwefeleisen, Gyps, geringe Mengen von Bittererde und Kochsalz. Der Gypsgehalt ist immer ziemlich bedeutend, beträgt oft die Hälfte bis $\frac{3}{4}$ des Gewichts der Asche.

2) Verhalten der Kohlen beim Vergasen und Koaksmenge. — Um über diese Punkte Aufschluß zu erhalten, wurden in dem Versuchsofen der Dresdner städtischen Gasanstalt Destillationen vorgenommen. Die zu jedem Versuche verwendete Kohlenmenge betrug 20 Pfund und jeder Versuch wurde doppelt — in zwei neben einander liegenden Retorten desselben Ofens — angestellt. Zur Schätzung der Leucht-

kraft der gewonnenen Gase wurde deren specifisches Gewicht ermittelt, und zwar durch Beobachtung der Ausströmungs-Geschwindigkeit. Man ließ nämlich in allen Versuchen bei kleinen Temperaturen und gleichem Drucke jedes Mal ein gleich großes Volumen von Luft und von dem zu untersuchenden Gase — deren Feuchtigkeitszustand durch längere Berührung mit dem Sperrwasser derselbe war — aus einem zu diesem Zwecke eingerichteten Gasometer ausströmen, und berechnete dann aus dem Quadrate der Ausströmungszeiten das betreffende specifische Gewicht.

Die Bestimmung von Menge und Qualität der Koaks ist theils mit den Gasversuchen zusammen, theils durch besondere Versuche im Kleinen (in einem bedeckten Porzellantiegel) ausgeführt worden. Die auf letzterem Wege gewonnenen Resultate über die Koaksmenge können nur dienen, das Verhältniß der verschiedenen Kohlen unter sich festzustellen, nicht aber die im Großen erwartete Menge anzuzeigen.

3) Der Heizeffect der Kohlen wurde theoretisch aus ihrer chemischen Elementarzusammensetzung berechnet, hiervon aber $\frac{2}{3}$ als derjenige praktische Heizeffect angesehen, welchen man bei der Anwendung im gewöhnlichen Leben durch gute Feuerungsanlagen nutzbar machen kann. Zum Ausdruck für die Heizkraft in diesem Sinne ist angegeben, wie viel Pfund Wasser von 0° durch ein Pfund Kohle in Dampf von 80° R. verwandelt werden.

Die Fundorte der untersuchten Kohlen und ihre äußere Beschaffenheit waren folgende:

A. Kohlen der Hainicher-Ebersdorfer Formation oder sächsische Kulmkohle.

Nr. 1. Kohle von Berthelsdorf aus dem niedern Windmühlenschachte; ein unreicher, schwarzer, weicher Schiefer, hier und da mit wenig Rußkohle gemengt.

Nr. 6. Kohle von Ebersdorf aus dem Maschinenschachte. Mehr ein von Kohlensubstanz durchdrungener Kohlenschiefer, als wirkliche Kohle.

B. Kohlen von Zwickau und Niederwürschnitz.

1. Von Oberhohndorf und Bockwa.

Nr. 25. Kohle aus dem $3\frac{1}{2}$elligen Pechkohlenflötze, Helbig's und Comp. Schacht. Eine schöne, aus theils lebhaft glänzenden, theils matten Schichten bestehende schiefrige Pechkohle.

Nr. 26. Kohle aus dem 2elligen Pechkohlenflötze, Helbig's und Comp. Schacht; eine der vorigen ähnlichen Pechkohle mit wenig Rußkohle.

Nr. 23. Kohle aus dem Scherbenkohlenflötze, von Aug. Kästner's Grundschacht; fettglänzende, vollkommene Pechkohle von sehr gleichartiger Beschaffenheit.

Nr. 24. Kohle aus dem Leskohlenflötze von Ehrler's Schacht zu Vereinigt Feld. Fettglänzende schiefrige Pechkohle mit wenig Rußkohle.

Nr. 22. Kohle aus dem Pechkohlenflötze von Heinrichs Ehrler's Schacht; sehr schiefrige, aus glänzenden und matten Schichten bestehende Pechkohle.

Nr. 28. Schichtenkohle; eine schiefrige, fettglänzende, leicht zerbröckelnde Pechkohle von veränderlicher Zusammensetzung.

Nr. 21. Steinkohle aus dem Rußkohlenflötze, aus dem Schachte von Christoph Günthers Erben in Bockwa, sehr schiefrige Pechkohle mit sehr viel Rußkohle.

Nr. 27. Kohlen aus den Dreckschichten vom jungen Wolfgangsschachte. Schiefrige, aus glänzenden und matten Schichten bestehende Pechkohle mit wenig Rußkohle, von etwas veränderlicher Zusammensetzung.

2. Von Planitz.

Nr. 38. Schichtenkohle aus dem Planitzer Werke; schiefrige, aus glänzenden und matten Schichten bestehende Pechkohle mit Rußkohle.

Nr. 43. Kohle aus der oberen Abtheilung des tieferen Planitzer Flötzes vom Planitzer Werke; schiefrige Pechkohle mit wenig Rußkohle, von ziemlich gleichförmiger Zusammensetzung.

Nr. 41. Kohle aus der tieferen Abtheilung des tieferen Planitzer Flötzes von der östlichen Seite; kleinmuschlige schiefrige Pechkohle mit wenig Rußkohle.

Nr. 42. Kohle vom Neufund-Flötze (welches noch nicht abgebaut wird); eine ganz schiefrige Pechkohle, welche aus gänzlich matten und dünnen glänzenden Schichten nebst Rußkohle besteht.

Nr. 39. Kohle vom Rußkohlen-Flötze; schiefrige Pechkohle mit Rußkohle, von ziemlich gleichförmiger Zusammensetzung.

Nr. 40. Gewaschene Kohle vom Planitzer Werke, welche zu etwa $\frac{9}{10}$ aus Kohle der obern Abtheilung des tiefern Planitzer Flötzes und zu $\frac{1}{10}$ aus den übrigen Pechkohlen, zum Theil auch Rußkohlen, besteht.

3. Von Zwickau.

Nr. 15. Kohle vom Ludwig-Flötze oder dem oberen Flötze aus dem Segen-Gottes-Schachte des erzgebirgischen Steinkohlen-Actienvereins. Eine sehr schöne vollkommene Pechkohle.

Nr 14. Kohle aus dem Segen-Gottes-Flötze oder dem tiefern Flötze des Segen-Gottes-Schachte. Schiefrige, lebhaft glänzende Pechkohle mit Rußkohle.

Nr. 72. Kohle aus dem obern Flötze des Segen-Gottes-Schachtes; eine sehr kleinmuschlige Pechkohle mit wenig Rußkohle.

Nr. 17. Gewaschene Kohle aus dem Ludwig-Flötze des Segen-Gottes-Schachtes.

Nr. 16. Kohle aus dem obern Flötze des Hoffnungs-Schachtes, schiefrige Pechkohle mit matten und glänzenden Schichten.

Nr. 18. Kohle aus dem tiefen Pechkohlenflötze des Hoffnungs-Schachtes; eine schiefrige Pechkohle mit Rußkohle geschichtet.

Nr. 20. Kohle aus dem Rußkohlenflötze des Hoffnungs-Schachtes; Pechkohle mit Rußkohle geschichtet.

Nr. 19. Waschkohle aus dem Hoffnungs-Schachte.

Nr. 29. Kohle von dem obern Flötze des Bürgergewerkschaft-Schachtes; eine schiefrige, lebhaft glänzende Pechkohle mit wenig Rußkohle.

Nr. 30. Kohle vom niedern Flötze des Bürgergewerkschaft-Schachtes; eine ziemlich vollkommene Pechkohle mit wenig Rußkohle.

Nr. 35. Rußkohle aus dem Vereinsglück-Schachte; schiefrige Pechkohle mit Rußkohle.

Nr. 34. Kohle vom tiefen Flötze des Vereinsglücks-Schachtes; schiefrige, lebhaft glänzende Pechkohle mit Rußkohle.

Nr. 37. Waschkohle des tiefen Flötzes des Schachtes Vereinsglück.

Nr. 36. Schichtenkohle vom Aurora-Schachte, eine schiefrige Pechkohle.

Nr. 45. Kohle aus dem, 10 Lachter unter dem zweiten Flötze des Vereinsglücks-Schachtes erteuften Flötze; eine stark glänzende schiefrige Pechkohle.

4. Von Niederwürschnitz und Lugau.

Nr. 31. Pechkohle vom Albrecht-Schachte zu Niederwürschnitz; schiefrige Pechkohle mit wenig Rußkohle.

Nr. 82. Reinste Pechkohle aus der untern Abtheilung des C-Flötzes, östlich vom Albrecht-Schachte, westlich von der Tagestrecke; ein besonders ausgesuchtes, nur 8 Loth schweres Probestück.

Nr. 32. Rußkohle vom Albrecht-Schachte; ein Gemenge aus Rußkohle und Pechkohle, sehr leicht zerbröckelnd.

Nr. 81. Kohle vom B-Flötze des Hösel-Schachtes; eine Pechkohle mit Rußkohle, so vollkommen schiefrig, daß sie ganz das Ansehen eines Kohlenschiefers hat.

Nr. 73. Kohle aus dem C-Flötze des Hösel-Schachtes; wenig glänzende, sehr schiefrige Pechkohle mit Rußkohle.

Nr. 80. Kohle vom nördlich fallenden Stoße des A-Flötzes in Gühne's Maschinen-Schacht; schiefrige, leicht zerbröckelnde Rußkohle mit wenig Pechkohle.

Nr. 74. Kohle vom zweiten Flötze des Gühne'schen Werkes; eine stark zerklüftete, vollkommen schieferähnliche Pechkohle mit viel Rußkohle.

Nr. 76. Kohle vom dritten Flötze im Meinert's-Schachte; eine ganz schieferähnliche zerklüftete Pechkohle mit Rußkohle, der vorhergehenden sehr ähnlich.

Nr. 78. Kohle vom tiefen Flötze des Rachel-Schachtes; der vorhergehenden ähnlich.

Nr. 79. Kohle von dem jüngst erteuften Flötze (wahrscheinlich von dem B-Flötze) im Karl-Schachte; den beiden vorhergehenden ähnlich.

C. Kohlen von Flöha und Gückelsberg.

Nr. 70. Kohle von Gückelsberg von C. G. Morgenstern; ein schwarzer, stark glänzender, weicher Schiefer.

Nr. 5. Kohle vom Struthwalde bei Flöha aus Thieme's Werke; ein grauer, harter Schiefer.

Nr. 2. Kohle vom obern Flötze aus dem Sandsteinbruche von C. Anke; ein harter grauer Schiefer.

Nr. 3. Kohle von beiden Flötzen zusammen, wie sie gleichzeitig abgebaut und verkauft werden.

Nr. 4. Kohle aus dem Flötze im untern Sandstein des Forstbachgrabens von J. G. Eichler; ein grauer harter Schiefer.

D. Kohlen aus dem Plauen'schen Grunde.

1. Von Hänichen.

Nr. 7. Weicher Schiefer mit wenig Rußkohle, aus welchem durch Klopfen und Sortiren die Gas- und Schmiedekohle gewonnen wird.

Nr. 8. Mittelkohle, ein Gemenge von weichem Schiefer und harter Kalkkohle.

Nr. 9. Waschkohle zur Koaksbereitung.

2. Von Potschappel.

Nr. 11. Weicher Schiefer.

Nr. 13. Kalkkohle, die geringste Sorte des Werkes.

Nr. 12. Gaskohle. Ein stark glänzender, der Pechkohle ähnlicher weicher Schiefer mit sehr wenig Rußkohle.

Nr. 10. Rußkohle, das gewöhnliche Material zur Stubenfeuerung, ein Gemenge von hartem und weichem Schiefer.

3. Von Gittersee.

Nr. 44. Glasschiefer aus dem Moritz-Schachte; sehr hart, pechkohlenähnlich, mit braunem Striche.

Nr. 46. Weicher Schiefer aus dem Moritz-Schachte.

Nr. 48. Harter Schiefer, daher mit etwas bräunlichem Striche.

4. Von Burgk.

Nr. 49. Weicher Schiefer vom Wilhelminen-Schachte.

Nr. 50. Grauer harter Schiefer aus demselben Schachte.

Nr. 52. Waschkohle zur Koaksbereitung.

Nr. 53. Weicher Schiefer vom Augustus-Schachte.

Nr. 54. Grauer harter Schiefer aus demselben Schachte.

Nr. 55. Schwarzer harter Schiefer aus demselben Schachte.

Nr. 56. Waschkohle aus demselben Schachte.

5. Von den Königl. Werken.

Nr. 57. Weicher Schiefer vom Oppelt-Schachte.

Nr. 58. Harter Schiefer daher.

Nr. 59. Waschkohle daher.

Nr. 60. Kohle vom dritten Flötze, dem sogenannten Fuchs. Ein steinharter grauer Schiefer.

Tabelle I. Ueber die Gasausbeute aus verschiedenen Kohlen.

	Bezeichnung der Kohlen.	Gas aus 1 Pfund Kohle. Kubikfuß.	Specifisches Gewicht des Gases.	Koaksausbeute. Procent.
Aus dem Zwickauer Becken.	Pechkohle aus dem 2elligen Pechkohlenflötze zu Oberhohndorf	4,4.	0,616.	50.
	Pechkohle aus dem 3elligen Flötze, daselbst	3,9.	0,601.	50.
	Beste Gaskohle aus diesen beiden Flötzen	4,8.	0,709.	55.
	Schichtenkohle vom Hoffnungs-Flötze des Hoffnungs-Schachtes	4,8.	0,549.	55.
	Pechkohle aus der untern Abtheilung des tiefen Planitzer Flötzes	3,0.	0,626.	60.
	Schmiedekohle aus der obern Abtheilung desselben Flötzes	4,5.	0,623.	55.
	Kohle vom 2. Flötze des Bürgergewerkschafts-Schachtes	4,1.	0,614.	56.
	Kohle vom obern Flötze desselben Schachtes	3,7.	0,611.	55.
Aus dem Plauen'schen Becken.	Gaskohle vom Hänicher-Schachte	3,7.	0,611.	62½.
	Weicher Schiefer vom Oppelt-Schachte	4,3.	0,609.	55.
	Gaskohle vom Moritz-Schachte in Gittersee	3,6.	0,581.	60.
	Gaskohle vom Reiboldt-Schachte am Windberge	3,6.	0,595.	68¾.
	Kohle vom Döhlner Kunst-Schachte	4,0.	0,598.	56½.
	Kohle vom Augustus-Schachte in Burgk	3,9.	0,578.	68¾.
	Kohle vom Wilhelminen-Schachte "	3,7.	0,611.	67½.
	Kohle vom Albert-Schachte "	3,4.	0,566.	61¼.
	Gaskohle vom Windberg-Schachte	4,3.	0,613.	65.

Tabelle II. Ueber die Beschaffenheit der vorstehend namhaft gemachten Gruben in völlig lufttrocknem Zustande.

Bezeichnung und Fundorte der Kohlen	Specifisches Gewicht.	Wassergehalt. Procent.	Aschengehalt. Procent.	Praktisch nutzbare Heizkraft, durch 1 Pfund Kohle 1 Pfd. Wasser v. 0° in Dampf v. t0°.	Koaks.		
					Aeußeres Ansehen.	Procente vom Gewichte Kohlen. Im Kleinen.	Procente vom Gewichte Kohlen. Im Großen.
A. Kulmkohle.							
Nr. 1. Berthelsdorf.	1,217.	3,26.	27,64.	5,4.	gebacken wie die Kohle selbst	67,40.	—
Nr. 2. Ebersdorf.	1,632.	2,76.	41,70.	3,8.		81,85.	—
B. Zwickauer Kohle.							
Nr. 25. Oberhohndorf.	1,204.	4,58.	2,84.	7,8.	gebacken	63,55.	50.
Nr. 26. "	1,202.	5,37.	1,78.	7,4.	"	58,86.	55.
Nr. 23. "	1,167.	4,75.	0,70.	7,6.	"	48,17.	—
Nr. 24. "	1,234.	6,20.	7,40.	7,0.	"	66,64.	—
Nr. 22. "	1,254.	6,10.	8,06.	6,6.	gesintert	68,61.	—
Nr. 28. "	1,221.	6,52.	16,25.	6,4.	"	71,16.	—
Nr. 21. Bockwa.	1,226.	6,61.	6,50.	7,6.	"	71,15.	—
Nr. 27. "	1,229.	6,78.	7,96.	6,8.	gebacken	64,55.	—
Nr. 38. Planitz.	1,165.	4,85.	4,04.	7,6.	"	64,48.	—
Nr. 43. "	1,163.	5,99.	2,29.	7,8.	gesintert	61,60.	—
Nr. 41. "	1,167.	7,67.	2,14.	8,4.	wie die Kohle selbst	69,90.	61.
Nr. 42. "	1,173.	5,16.	8,22.	7,8.	gesintert	62,90.	60.
Nr. 39. "	1,095.	4,88.	2,77.	7,2.	"	67,09.	—
Nr. 40. "	—	—	5,11.	—	gebacken	60,84.	—
Nr. 15. Zwickau.	1,294.	6,38.	2,47.	6,6.	"	67,47.	55.
Nr. 14. "	1,492.	5,81.	7,98.	8,0.	"	66,50.	—

Nr. 72. Zwickau.	1,192.	5,60.	4,67.	8,0.	gesintert	62,67.	—
Nr. 17. "	1,269.	6,65.	5,75.	—	gebacken	71,45.	35.
Nr. 16. "	1,255.	7,26.	2,96.	7,2.	"	58,25.	55.
Nr. 18. "	1,282.	6,33.	4,30.	7,2.	"	64,64.	—
Nr. 20. "	1,275.	5,82.	3,32.	6,6.	gesintert	85,48.	—
Nr. 19. "	1,272.	7,01.	9,22.	—	gebacken	80,04.	—
Nr. 29. "	1,250.	5,08.	11,86.	6,4.	"	77,83.	55.
Nr. 30. "	1,243.	6,30.	2,87.	6,6.	"	78,05.	56,$\frac{2}{3}$.
Nr. 35. "	1,217.	5,19.	4,67.	7,4.	gesintert	70,88.	—
Nr. 34. "	1,215.	5,07.	5,69.	7,0.	gebacken	58,30.	—
Nr. 37. "	—	6,43.	6,22.	—	"	65,31.	—
Nr. 36. "	1,209.	5,69.	5,98.	7,2.	"	63,40.	—
Nr. 45. "	1,248.	5,91.	1,48.	7,2.	wie die Kohle selbst	70,05.	—
Nr. 31. Niederwürschnitz.	1,143.	7,53.	1,55.	7,0.	sandig	70,64.	—
Nr. 82. "	1,173.	6,45.	1,51.	7,2.	gebacken	67,00.	—
Nr. 32. "	1,205.	8,44.	8,36.	7,6.	sandig	74,04.	—
Nr. 81. "	1,218.	8,11.	2,22.	7,8.	gesintert	66,86.	—
Nr. 73. "	1,112.	9,11.	3,03.	7,0.	schwach gesintert	62,61.	—
Nr. 80. "	1,228.	8,48.	14,48.	5,6.	bröckelnd	66,80.	—
Nr. 74. "	1,252.	7,15.	7,74.	6,4.	"	74,42.	—
Nr. 76. "	1,210.	8,48.	3,03.	6,6.	"	63,49.	—
Nr. 78. "	1,279.	12,66.	7,90.	5,6.	kaum gesintert	66,27.	—
Nr. 79. Lugau.	1,252.	8,78.	5,19.	6,8.	gebacken	54,41.	—
C. Kohle von Flöha und Gückelsberg.							
Nr. 70. Gückelsberg.	1,438.	4,17.	25,15.	5,2.	wie die Kohle selbst	94,21.	—
Nr. 5. Flöha.	1,492.	2,18.	53,29.	3,5.	"	95,46.	—
Nr. 2. "	1,772.	3,72.	53,92.	3,2.	"	89,69.	—

Nr. 3. Flöha.	1,729.	4,15.	50,11.	—	wie die Kohle selbst	94,76.	—
Nr. 4. "	2,086.	3,22.	55,01.	3,4.	"	95,66.	—
D. Kohle des Plauenschen Grundes.							
Nr. 7. Hänichen.	1,353.	4,21.	12,08.	6,6.	gesintert	71,31.	60 — 65
Nr. 8. "	1,376.	4,08.	29,52.	5,9.	"	68,16.	und
Nr. 9. "	1,306.	4,49.	6,98.	—	"	70,28.	75,38.
Nr. 11. Potschappel.	1,340.	3,38.	14,03.	6,0.	gebacken	78,47.	
Nr. 13. "	1,360.	3,49.	23,06.	6,4.	gesintert	78,96.	75,9
Nr. 12. "	1,310.	4,40.	10,62.	—	gebacken	77,88.	bis
Nr. 10. "	1,307.	3,67.	15,25.	—	"	62,52.	78,1.
Nr. 44. Gittersee.	1,508.	2,54.	19,13.	5,6.	gesintert	69,14.	60,74
Nr. 46. "	1,285.	2,84.	9,66.	7,2.	gebacken	70,80.	bis
Nr. 48. "	1,683.	2,39.	35,50.	4,8.	unvollkommen gebacken	88,19.	65,70.
Nr. 49. Burgk.	1,324.	3,90.	12,53.	6,6.	gebacken	73,17.	67,5 — 70.
Nr. 50. "	1,452.	3,59.	34,14.	3,9.	unvollkommen gebacken	73,38.	
Nr. 51. "	1,341.	2,69.	24,59.	5,6.	gesintert	71,29.	
Nr. 52. "	—	3,88.	10,86.	—	gebacken	75,21.	67,5
Nr. 53. "	1,316.	1,54.	17,78.	6,6.	"	71,92.	bis
Nr. 54. "	1,692.	2,49.	36,85.	4,4.	wie die Kohle selbst	80,27.	76,8.
Nr. 55. "	1,392.	1,93.	30,60.	4,8.	bröckelnd	74,93.	
Nr. 56. "	1,344.	2,76.	21,67.	—	gebacken	64,40.	
Nr. 57. Königl. Werke.	1,278.	4,28.	14,63.	6,4.	gesintert	63,00.	55, 73,5
Nr. 58. " "	1,388.	4,93.	23,42.	5,6,	wie die Kohle selbst	73,93.	und
Nr. 59. " "	—	3,23.	12,92.	—	schwach gebacken	61,33.	55 bis
Nr. 60. " "	2,037.	3,50.	57,67.	2,2.	"	88,50.	57,5.

(Aus dem „Berggeist" und der „Berg- und hüttenmännischen Zeitung von 1857.")

Fünfter Abschnitt.

1. Die Holzkohle.

Der gewöhnliche Zweck der Verkohlung des Holzes besteht darin, den in demselben enthaltenen Brennstoff zu concentriren, das Holz durch bedeutende Verminderung des Gewichtes transportabler zu machen, dadurch seinen Preis und Werth zu steigern und einige für gewisse technische Anwendung nachtheilige Eigenschaften des Holzes zu entfernen.

In technischer Beziehung ist die Bereitung guter Kohlen ein hochwichtiger Gegenstand, indem die Kohlen nicht nur für die Metallurgie in ihrem ganzen Umfange, sondern auch für viele technische Gewerbe ein unentbehrliches Material sind, besonders wo es darauf ankommt, eine große, gleichmäßige und starke Hitze ohne Flamme und Rauch zu erzeugen. Die Kohlen bestehen aus Kohlenstoff, und die Kunst des Kohlenbrennens ist dahin gerichtet, aus dem Holze und anderen vegetabilischen Substanzen vermittelst Feuer den darin befindlichen Kohlenstoff als Kohle in guter Qualität und in möglichst großer Quantität herzustellen. Unter den Bestandtheilen des Holzes ist, wie wir bereits oben nachgewiesen, der Faserstoff der Hauptbestandtheil, aus welchem auch beim Verkohlen vorzüglich die Kohle erzeugt wird. Der ganz lufttrockene Holzkörper besteht im Durchschnitt aus 38,48 Kohlenstoff, 35,52 Sauerstoff und Wasserstoff, 1 Aschenantheil und gegen 20—25 Proc. freies Wasser, welches sich bei einer Temperatur von 80° R. verflüchtigt. Holz, aus welchem dieser Gehalt an freiem Wasser durchs Trocknen ausgeschieden worden, nennt man gedörrtes Holz, welches, außer seinem Verluste an freiem Wasser, in seiner chemischen Zusammensetzung keine wesentliche Veränderung erlitten hat. Wird das Holz aber einer höheren, gegen und etwas über 100° R. ansteigenden Hitze ausgesetzt, so erleidet es schon eine anfangende Zersetzung und einen noch größeren Gewichtsverlust; es nimmt zugleich eine mehr oder weniger braune Farbe an — das Holz heißt dann geröstet. — Unter der Einwirkung einer noch höheren Temperatur im verschlossenen Raume, z. B. in einer Retorte von 120 - 150 R. und mehr schreitet die Zersetzung noch weiter vor, das Holz nimmt eine braunschwarze Farbe an und nähert sich schon in seiner äußeren Beschaffenheit sehr der eigentlichen Kohle, und zwar um so mehr, je höher die Temperatur gewesen; es entsteht sodann die sog. braune oder rothe Kohle, die sich von der eigentlichen Kohle, der Aehnlichkeit mit dieser ungeachtet noch dadurch unterscheidet, daß sie bräunlich, oder rothbräunlich-schwarze Farbe hat, einen bräunlichen, zarten Strich auf blauem Papiere giebt und gepülvert deutlich braun ist, daß sie querüber keine Längenrisse hat, ohne zu splittern bricht, einen scharfen Bruch hat, sich fettig wie Reißblei anfühlt und beim Anschlagen einen

dumpfen Klang giebt, aber noch deutliche Holztextur hat. Angezündet giebt die braune Kohle eine blaue Flamme und löst sich größtentheils in Kali auf. Sie wiegt 33 — 43 Proc. vom Gewichte des lufttrocke- nen Holzes. Die Ausbeute an Kohle ist um so beträchtlicher und die Kohle hat um so mehr die Eigenschaften der braunen Kohle an sich, je niedriger die bei der Verkohlung angewendete Temperatur war. Wenn die Verkohlungshitze über 150° R. gesteigert wird, erhält man nur 30 und einige Procent an brauner Kohle, die sich schon weit mehr der vollkommenen Kohle nähert. Diese letztere erhält man, wenn das Holz bei der trockenen Destillation oder im verschlossenen Feuer bis zu einer, bis 200° R. und bis zur schwachen Rothglühhitze steigenden Temperatnr erhitzt wird. Die alsdann gewonnene vollkommene Kohle läßt zwar immer noch die Textur des Holzes erkennen, hat aber eine schwarze Farbe, ist weit dichter, härter und fester als die angeführte braune Kohle, zeichnet kaum auf Papier, hat einen splitterigen Bruch und giebt beim Anschlagen einen hellen Klang. Im freien Feuer glüht sie nur, ohne Flammen zu geben und ist schwieriger zu ent- zünden.

(Der chemische Proceß, welchen man die trockene Destillation nennt, behandelt organische Körper bei erhöhter Temperatur unter Abschluß der atmosphärischen Luft. Man erhitzt die organischen Kör- per in irdenen, gläsernen oder metallenen Retorten, hält den Einfluß des Sauerstoffes der Luft ab und beobachtet die Erscheinungen, welche durch die allmählig gesteigerte Temperatur auftreten, und die Pro- dukte, welche sich nach einander aus ihren Bestandtheilen bilden. Alle organischen Körper kommen darin, trotz der äußeren großen Verschieden- heit überein, daß sie aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff bestehen; diese Elemente haben mit Ausnahme des Kohlen- stoffes, einzeln in Freiheit gesetzt, das Bestreben gasförmig aufzutreten. Wenn sie sich hingegen verbinden, so können feste, flüssige und luftför- mige Körper daraus entstehen. Die Produkte der trockenen Destilla- tion sind entweder fest, flüssig oder luftförmig.)

Die Menge an vollkommener Kohle weicht bedeutend ab nach Maßgabe der Art und Weise, wie die bei der Verkohlung angewendete Hitze und das Feuer geleitet werden. Bei der Verkohlung in Retor- ten oder in ganz verschlossener Gluthhitze erhält man aus vollkommen lufttrockenem Holze, bei Anwendung einer allmählig gesteigerten und überhaupt mäßigen Verkohlungshitze, 24 — 27 Proc. vom Holzgewichte an vollkommener Kohle, bei rascherer Verkohlung und unter höheren Hitzgraden dagegen nur 12 — 16°. Bei der Verkohlung des Holzes werden aber außer der Kohle noch verschiedene andere Produkte erzeugt, mit denen ein Theil vom Kohlenstoff des Holzes Verbindungen eingeht. Geschieht die Verkohlung im geschlossenen Raume, wie in Retor- ten, so wird beim Anfange des Verkohlungsprocesses die Vorlage zu- erst mit grauen Wasserdämpfen erfüllt, die sich durch Verdampfung des im Holze befindlichen freien Wassers bilden und in der Vorlage zu

Wasser verdichten. Dieses übergehende Wasser wird später dunkler gefärbt, und hat von der damit verbundenen und aus Zersetzung des Holzes sich gebildeten Holzsäure einen brenzlichen Geruch und Geschmack und wird Holzsäure genannt. Es geht damit zugleich ein braunes Oel über und besonders gegen Ende des Verkohlungsprocesses eine braune theerartige Substanz, welche aus Oel und Harz und verschiedenen anderen Stoffen zusammengesetzt ist. Außerdem entwickeln sich während dem Gange der Verkohlung noch Wasserstoffgas, Wasserprocarbidgas, Kohlenoxydgas, welche entzündlich und mit blauer Flamme brennen, sowie auch kohlensaures Gas. Der Kohlenertrag ist unter beiderlei Verhältnissen nach Beschaffenheit der Holzarten Verschiedenheiten unterworfen, worüber Karsten sehr interessante Versuche angestellt hat, deren Resultate in nachstehender Tabelle enthalten sind. Die Hölzer wurden vor der Verkohlung bei 15° R. lufttrocken dargestellt.

100 Gewichtstheile nachstehender Holzarten geben	bei rascher Verkohlung an Kohle.	bei langsamer Verkohlung an Kohle.	Die Kohle giebt an Asche.
Junges Eichenholz	16,54	25,65	0,15
Altes Eichenholz	15,80	25,17	0,11
Junges Rothbuchenholz	14,87	25,87	0,37
Altes Rothbuchenholz	14,15	26,15	0,49
Junges Weißbuchenholz	13,12	25,22	0,32
Altes Weißbuchenholz.	13,65	26,45	0,35
Junges Erlenholz	14,45	25,65	0,35
Altes dergleichen	15,30	25,65	0,40
Junges Birkenholz	13,05	25,05	0,25
Altes Birkenholz	12,20	24,70	0,30
Junges Fichtenholz	14,25	25,25	0,15
Altes Fichtenholz	14,05	25,00	0,15
Junges Tannenholz	16,22	27,72	0,22
Altes Tannenholz	15,35	21,75	0,25
Junges Kiefernholz	15,52	26,07	0,12
Altes dergleichen	13,75	25,95	0,15
Lindenholz	13,30	24,60	0,40
Farrenkraut-Stroh	17,00	27,95	0,75
Rohrstengel	14,65	26,45	0,79

Auch Gilbert und Andere haben ähnliche Versuche angestellt, deren Resultate in etwas von obigen abweichen.

Wenn man Holzessig noch einmal umdestillirt und das zuerst Uebergehende besonders auffängt, so erhält man essigsaures Methyloxyd, verunreinigt mit einem flüchtigen Brandöle und gelben Farbestoffe. Dieses Gemenge, früher roher Holzgeist genannt, wird durch

Kalk und Kohle von Essigsäure, Farbestoff und Wasser befreit. Der Holzgeist dient zu denselben Zwecken, wie der Weingeist, mit Ausnahme der Getränke und innerlichen Arzneimittel, jedoch nur da, wo der Weingeist theurer zu stehen kommt als der Holzgeist. Herr Fabre, Director einer Fabrik, worin Eichenholz in geschlossenen Gefäßen destillirt wird, war bemüht, die vortheilhaftesten Anwendungen der verschiedenen Producte, die man dabei gewinnt, auszumitteln, und stellte Versuche über die Benutzung des Holzgeistes zur Beleuchtung an, und fand, daß Holzgeist, den man durch die dritte Destillation erhielt, klar und farblos war und 4 Theile mit 1 Theil rectificirten Terpentinöls vermischt, in einer Photogenlampe mit einem schönen weißen Lichte ohne Ruß brennt.

Nach den hannöverschen Mittheilungen des dasigen Gewerbe-Vereines 1854, Heft 3, S. 156, über das, durch trockene Destillation aus Holz dargestellte Leuchtgas theilen wir noch Folgendes mit. Die Gasanstalt des Münchener Bahnhofes hat zu 280 Flammen nur zwei Retorten von der bekannten ⌓ Form, von welchen gewöhnlich nur eine gebraucht wird, und die stets mit 90 Pfund Holz geladen werden. Da die Gasentwicklung sofort ihren Anfang nimmt, wenn das sehr trockene Holz in die glühenden Retorten geworfen wird, so hat man für erforderlich gehalten, die Retorten mit einem Male zu füllen, wozu man sich einer großen, das ganze Füllquantum fassenden Blechschaufel bedient. Die ausgezogene glühende Holzkohle wird in eiserne Dämpftonnen geworfen, welche man mit einem mittelst Wasserverschluß luftdicht gemachten Deckel bedeckt. Die Produktion an Holztheer dabei ist beträchtlich. Die gewonnene Holzkohle ist ungemein leicht, wird aber gern von Feuerarbeitern genommen. Man verkauft die Kohle nach dem Gewichte.

Die Verminderung des Volumens, welche das Holz bei der Verkohlung erleidet, ist sehr bedeutend, indem die Kohle nach Verschiedenheit der Holzarten und dem Grade der Verkohlung 0,42 — 0,54 vom Volumen des Holzes = 1 beträgt. Doch finden selbst bei der nämlichen Holzart Abweichungen statt; das Stammholz von älteren Bäumen liefert im Allgemeinen dem Volumen nach mehr Kohle als Stangen-, Ast- und Wurzelholz, nur bei Ulmenholz verhält sich dies umgekehrt. Wenn das Holz ganz in eine vollkommene Kohle verwandelt wird, erleidet es eine beträchtlichere Raumverminderung, als wenn es nur zur braunen Kohle verkohlt wird. Von der Meilerverkohlung im Großen wird zwar durchschnittlich dem Volumen nach ein höherer Kohlenertrag angenommen, was jedoch in der That keineswegs der Fall ist, weil bei der Meilerverkohlung das nämliche Kohlenausbringen auf ganz andere Art, als bei obigen physikalischen genaueren Versuchen ermittelt wird. Das zu verkohlende Holz wird nämlich in Klaftern, die daraus gewonnenen Kohlen in Gemäßen von bestimmtem kubischen Inhalte gemessen, wo stets die zwischen Holz und Kohlen befindlichen Räume mit in Rechnung kommen; da nun aber zwischen den Kohlen

im Raume des Gemäßes sich viel mehr leere Zwischenräume vorfinden, als zwischen dem aufgeklafterten Holze, so beträgt hier das, bei der Meilerverkohlung erhaltene wahre Kohlenvolumen nach Werneck's Berechnung nur gegen 40 Proc. vom wahren Holzvolumen des in Verkohlung genommenen Holzes. Das quantitative Verhältniß dieser Produkte wechselt nach Beschaffenheit der Hölzer und nach Maßgabe der Art und Weise, wie der Verkohlungsproceß geleitet wird. Wenn die Verkohlung bei mäßiger Hitze vor sich geht, erhält man außer 28 bis 30 Proc. Kohle noch 28—30 Proc. Wasser mit mehr oder weniger Holzsäure und Brandöl gemischt, 7—10 Proc. Theer, und 27 bis 30 Proc. an brennbaren und anderen Gasarten mit nicht condensirtem Wasser und anderen fixen Stoffen verbunden. Bei langsamerer Verkohlung gehen mehr wässerige Bestandtheile über. Wird die Verkohlung bei schneller und starker Gluthhitze vollführt, so erhält man dagegen nur halb so viel Kohlen, dagegen mehr Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoffgas und Kohlensäure, weil sich hier viel Kohlenstoff mit den Bestandtheilen des sich entbindenden Wassers zur Constituirung der genannten Gasarten vereinigt. Die Verkohlung in Meilern giebt ganz ähnliche Produkte wie die Verkohlung in Retorten, nur daß diese in dem aus dem Meiler aufsteigenden Dampfe und Rauche entweichen. Man erhält aber hier im Allgemeinen, auch selbst bei mäßiger Schwelhitze, weit weniger Ausbeute an Kohlen, weil ein Theil des Kohlenstoffes vom Holze verbrennt und zur Unterhaltung des Feuers verbrennen muß, um die zur Verkohlung des übrigen Holzes erforderliche Hitze hervorzubringen.

Die chemische Theorie des Verkohlungsprocesses beruht nach Völker auf Folgendem: Die Bestandtheile des vollkommen trocknen Holzkörpers sind 51,45 Kohlenstoff, 5,82 Wasserstoff und 42,73 Sauerstoff, ferner 1—2 Proc. unverbrennliche erdige, metallische und salzige Stoffe, die sich in der Asche concentriren. Das bloß lufttrockene und halbtrockene Holz, wie es gewöhnlich zur Verkohlung angewendet wird, enthält außerdem noch 20—25 Proc. und darüber an freiem Wasser, das beim vollständigen Austrocknen bei 80° R. als Wasserdampf sich verflüchtigt. Durch den Proceß der Verkohlung wird nun ein großer Theil des im Holze vorfindlichen Kohlenstoffes als Kohle ausgeschieden; der übrige Theil des Kohlenstoffes im Holze verbindet sich in gewissen eigenthümlichen Verhältnissen mit dem Wasserstoffe, zum Theil auch mit dem Sauerstoffe des Holzes, wodurch sich Brandöl, Brandharz (Theer), Holzsäure, Kohlenwasserstoffgas und Kohlenoxydgas bilden, welche nebst verschiedenen andern, minder bedeutenden Substanzen, als Naphthalin, Paraffin, Eupion, Kreosot und Pitacal, so sich im Theer und der Holzsäure enthalten finden — bei der Verkohlung dampf- und gasförmig im Verein von Wasserdampf entweichen, welcher letztere sich aus dem Wasser- und Sauerstoff des festen Holzkörpers und dem darin befindlichen freien Wasser bildet. Dabei ist noch zu bemerken, daß, wenn Wasserdampf über glühende Kohlen streicht, er

sich zersetzt und durch Aufnahme von Kohlenstoff der Wasserstoff des Holzes die Bildung von Kohlenwasserstoffgas, der Sauerstoff des Holzes dagegen die von Kohlenoxydgas veranlaßt, wodurch dann ein beträchtlicher Antheil vom Kohlenstoffgehalt des Holzes zerstört, und das Kohlenausbringen bei der Verkohlung des Holzes vermindert wird. Um diesen Verlust zu vermeiden, ist es daher sehr wesentlich, daß bei dem Verkohlungsproceß alles im Holze vorfindliche freie Wasser durch mäßige Erhitzung ausgetrieben werde, bevor das Holz ins vollständige Glühen kommt. Aus Obigem ergiebt sich, daß in jedem Falle der Verlust an Brennstoff sehr bedeutend ist, und die Kohle giebt beim Verbrennen bei weitem nicht so viel Hitze als das Holz, woraus sie entstand, gegeben hätte. Man nimmt durchschnittlich an, daß 100 Theile trockenes Holz so viel Hitze beim Verbrennen abgeben, als 52 Theile Kohle, zu deren Gewinnung bei der gewöhnlichen Meilerverkohlung 300 Theile Holz erforderlich sein würden. Dabei ist noch zu bemerken, daß ein großer Theil des beim Verbrennen der Kohle und des Holzes sich entbindenden Wärmestoffes von den sich bildenden Gasarten absorbirt wird.

Holz und andere vegetabilische Körper brennen, bei Zutritt der Luft angezündet, mit Flamme und Rauch und hinterlassen, wenn die Flamme erloschen ist glühende Kohlen, die bei fortdauerndem Verbrennen sich in Asche verwandeln, welche dem Gewichte nach gemeiniglich nur 1 – 2 Proc. vom Gewichte des verbrannten Holzes beträgt. Werden die glühenden Kohlen nach dem Erlöschen der Flamme in ein, gegen den Zutritt der Luft verschlossenes Behältniß gebracht, so kommen sie aus ihrem glühenden Zustande bald zum Erkalten und es bleiben nun die sogenannten Lösch- oder Bäckerkohlen zurück, welche von sehr lockerer leichter Beschaffenheit sind, ohne Flamme und Rauch verbrennen und dabei verhältnißmäßig nur wenig Hitze entwickeln. Sie betragen nach Umständen nur 6—10 Proc. vom Gewichte des trockenen Holzes, woraus sie entstanden sind, weil beim Verbrennen unter freiem Luftzutritt zugleich in der Flamme eine beträchtliche Menge Kohlenstoff mit verzehrt, oder als Rauch und Ruß mit verflüchtigt wird; die Flamme beim Verbrennen wird aber durch die aus dem Holze sich entbindenden inflammabeln Gasarten, nämlich durch Wasserstoff, Kohlenstoff, Kohlenoxydgas und durch den sich verflüchtigenden glühenden Kohlenstoff gebildet; durch Verbrennung des Kohlenstoffs entsteht Kohlensäure, durch Verbrennung des Wasserstoffs entsteht Wasser, indem sich beim Verbrennungs-Processe das Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft mit dem Kohlen- und Wasserstoffgase verbindet. Je niedriger die Temperatur beim Verbrennen des Holzes ist und je mehr der Luftzutritt zum Feuer vermindert wird, desto mehr Rauch entwickelt sich wie bei einem Schmauchfeuer, wo feuchtes Holz verbrannt wird, wo das in Dampf sich verwandelnde Wasser einen großen Theil der Feuerhitze bindet. Der Rauch enthält außer den genannten Gasarten brenzliche Holzsäure, brenzliche Oele, Humussäure und sublimirte

Kohlenstofftheile, die sich an kälteren Körpern in Verbindung mit jenem brenzlichen Oele und Holzsäure als Ruß absetzen, der aber nach Umständen in seiner äußern Beschaffenheit und chemischen Mischung zum Theil verschieden ist. In dem mittleren und oberen Theile gewöhnlicher Schornsteine und Stubenöfen setzt sich sogenannter Flatterruß an. Dieser enthält, wenn er durch Verbrennung von Holz entstand, außer einer größeren oder geringeren Menge von Kohlenstoff, Humussäure, Naphthalin, Holzsäure, auch wohl verschiedene Kali-, Kalk- und Ammoniaksalze. Ruß vom Harz, wohin der sog. Kienruß gehört, besteht größtentheils aus Kohlenstoff und enthält nur wenig von den übrigen genannten Stoffen. Der Kohlenstoff des Rußes rührt von dem, bei der Verbrennung der Körper sich bildenden, aber in der Hitze zersetzenden Kohlenwasserstoffgas her. Vom Flatterruß ist der Glanzruß sehr verschieden, welcher sich gewöhnlich im untern Theile der Schornsteine oder Oefen absetzt. Er besteht aus dunkelbraunschwarzen, glänzenden Krusten und ist zusammengesetzt aus Humussäure, Brandöl und Brandharzen, Essigsäure, auch enthält er nebenbei kohlige Theile. Er wird unter dem Namen Bister als schwarzbraune Farbe, desgleichen zum Düngen und zur Conservation des Fleisches benutzt.

Die physischen und chemischen Beschaffenheiten der Kohle bestehen in Folgendem. Sie hat noch ganz die Structur und Textur des Holzes oder desjenigen Pflanzentheiles, woraus sie hergestellt wurde. Man kann daran die Jahresringe und Spiegelfasern deutlich erkennen und oft noch die Holzart bestimmen, woraus sie entstand. Eine gut ausgekohlte Kohle ist schwarz und undurchsichtig, aber glänzend, zuweilen mit stahlblauen, violetten Flecken, welche von zufälligen Bestandtheilen, besonders vom Harze herrühren. Die sogenannten rothen oder ins Braune spielenden Farben sind dagegen den nicht vollständig ausgekohlten Kohlen eigen, die bei zu niedrigen Temperaturen entstehen. Das absolute und specifische Gewicht der Kohle ist verschieden und schwankt zwischen 0,280 und 0,440. Im Allgemeinen liefern die specifisch schweren Holzarten auch eine specifisch schwerere Kohle als die leichtere. Es sind zwar zur Bestimmung der eigenthümlichen Gewichte der von den verschiedenen einheimischen Holzarten gewonnenen Kohlen von vielen Experimentatoren zahlreiche Versuche angestellt worden, deren Resultate aber wenig in Uebereinstimmung sind, wovon der Grund theils in der Verschiedenheit der bei der Verkohlung angewendeten Verkohlungsarten, theils in dem Umstande zu suchen ist, daß ein und die nämliche Holzart nach Verschiedenheit des Bodens, des Standortes, der Fällungszeit, nach Alter und anderen zufälligen Verhältnissen in Rücksicht ihres specifischen Gewichtes großen Verschiedenheiten unterliegt, was denn natürlich auch auf die Beschaffenheit und die specifische Schwere der daraus bereiteten Kohle zurückwirken muß. Nach W e r n e c k beträgt das specifische Gewicht der Buchenkohle = 0,224, der Eichenkohle 0,244 — 0,255, der Birkenkohle 0,249, der Ahornkohle 0,268, der Ulmenkohle 0,195, der weißen Weidenkohle 0,196,

der Erlenkohle 0,190, der Kiefernkohle 0,252, der Lärchenkohle 0,217, der Fichtenkohle 0,204, der Weißtannenkohle 0,210. Die schwersten Kohlen sind die von Weißbuche = 0,268 und der edlen Kastanie 0,271. Die Kohle, welche aus einem auf Kalkboden gewachsenen Holze gebrannt wird, soll weniger wiegen als die Kohle von Bäumen, die in quarz- und thonreichem Boden wuchsen. Die Dichtigkeit der Kohlen steht mit dem specifischen Gewichte im gewissen Verhältnisse. Im Allgemeinen ist die Kohlensubstanz zwar porös, doch ist der Grad der Porosität wieder nach den Holzarten verschieden; auch geben gesunde, harte, dichte Hölzer dichtere Kohlen, als lockere, leichte, schwammige Hölzer. Außer den feineren Poren kommen in den Kohlen auch häufig beträchtliche Risse und Klüfte vor und zwar immer mehr in der Richtung der Spiegel- oder Querfasern. Bei den aus dickeren Stämmen entstandenen Kohlen sind dergleichen Risse beträchtlicher als bei Stangenkohlen. Die aus dichten, harten, festen Holzarten bereiteten Kohlen sind ebenfalls hart, fest und klingend; im geringeren Grade ist dies bei den Kohlen der leichten und weichen Holzarten der Fall, die zum Theil zerreiblich und abfärbend und den Löschkohlen ähnlich sind, auch anbrüchiges Holz liefert eine lockere, zerreibliche Kohle, sowie denn auch die braunen Kohlen schon viel weicher sind, als vollkommen ausgebrannte Kohlen. Die frisch gebrannte Kohle zieht begierig Feuchtigkeit aus der atmosphärischen Luft an und ihr absolutes Gewicht wird dadurch um mehrere Procente vermehrt. Die käuflichen Kohlen enthalten 10—12 Proc. Wasser; taucht man die Kohle ins Wasser, so nimmt sie nach Maßgabe ihrer Dichtigkeit die einfache bis siebenfache Gewichtsmenge von Wasser auf. Die Kohle verweset nie und wird von den meisten chemischen Reagantien wenig oder gar nicht angegriffen. Die Kohle ist beim Ausschluß der atmosphärischen Luft in den stärksten, durch gewöhnliche Feuerung hervorgebrachten Hitzgraden feuerbeständig und unschmelzbar, unter Zutritt der Luft verbrennt sie ohne Flamme. Alle Holzkohlenarten entwickeln bei gleichem Gewichte ziemlich die nämliche Quantität von Wärme bei ihrem Verbrennen; die Kohlen der dichten und harten Holzarten gewähren die stärkste und anhaltendste Hitze, die aus leichten und weicheren Holzarten bereiteten Kohlen geben weniger Hitze, doch kommt bei manchen Holzarten auch wieder viel darauf an, ob die Kohlen aus dem Holze älterer oder jüngerer Bäume gebrannt sind. Durch das verschiedene Verhalten der Kohlenarten beim Verbrennen und der Hitzerzeugung wird aber ihre Nutzanwendung zu verschiedenen technischen Zwecken bedingt, wo man bald eine heftige vorübergehende, bald eine starke anhaltende, bald eine mäßige Hitze bedarf. Harte Kohlen, wie Eichen-, Buchen-, Eschen-, Lärchen- 2c. Kohlen, bedürfen beim Hüttenwesen ein stärkeres Gebläse als andere Kohlenarten, können aber bei den meisten Hüttenprocessen angewendet werden, die jedoch am häufigsten die Nadelholzkohlen verbrauchen, weil sie meist leichter in größerer Menge zu haben sind.

2. Die Holzverkohlung.

Die Holzverkohlung selbst zerfällt in zwei besondere Arten, als: a) in die Verkohlung mit beweglichen Decken oder die Meilerverkohlung, und b) in die Verkohlung mit festen Decken oder in die Ofen- und Retorten-Verkohlung.

a. Die Meilerverkohlung. — 1. Stehende Meiler.

Die erste Arbeit bei der Meilerverkohlung besteht in der Auswahl und Zubereitung der Meiler- oder Kohlenstätte. Zur Meilerstätte wird ein horizontaler Platz in Zirkelform von 30 bis 40 Fuß Durchmesser erfordert. Obgleich der Meiler selbst einen so großen Platz nicht erfordert, so muß doch außerhalb des Meilers noch Raum genug vorhanden sein, um Erde und Kohlenlösche aufhäufen und sich frei bewegen zu können; man rechnet gewöhnlich auf jeden Fuß Durchmesser des Meilers eine Klafter Kohlholz, und ist nur eine geringe Quantität Holz auf einer Meilerstätte zu verkohlen, so richtet man die Größe derselben nach dieser ein. Man wählt wo möglich stets den Platz zur Meilerstätte in der Nähe des zu verkohlenden Holzes und in der Nähe von Wasser, und so, daß er der Luft einen mäßigen freien Durchzug gestattet. Ein nicht zu steiniger, thoniger oder Lehmboden ist der beste Untergrund für eine Meilerstätte, wenn derselbe mit etwas Sand und Gruß vermischt ist; denn der Untergrund muß locker sein und der Luft freien Durchzug gestatten und die Feuchtigkeit aus dem Meiler begierig einsaugen. Hat und besitzt der Untergrund diese Eigenschaften nicht von Natur, so muß man sie durch Kunst herzustellen suchen. Die Meilerstätte darf jedoch auch nicht einer Ueberschwemmung ausgesetzt sein. Man legt die Meilerstätte, wenn es das Terrain gestattet, gern auf ebenem Boden an; geht dies jedoch nicht, und ist man gezwungen, dieselbe an dem Abhange eines Berges anzulegen, so gräbt man den Abhang des Berges ab und bringt auf die Hangseite große Steine, ja selbst starke Holzblöcke, überlegt diese mit Stangen und bedeckt diese mit Thon- oder Lehmboden, worauf man endlich Köhlererde oder Kohlenlösche bringt. Der sonst für die Köhlerei ungünstige Thonboden schafft in diesem Falle den Nutzen, daß er das zu schnelle Kohlen auf der Thalseite aufhält und mit dem Kohlen an der Bergseite ausgleicht. Oft aber bringt man auch am Abhange des Berges eine Terrassenmauer an und schüttet hinter derselben die vom Berge abgegrabene Erde auf; doch überall sucht man die Meilerstätten mit den wenigsten Kosten vorzurichten, und wendet nur dann größere Kosten auf, wenn es voraussichtlich ist, daß man die Meilerstätte auf eine längere Reihe von Jahren benutzen kann, d. h. man richtet dann eine feste Meilerstätte vor. Viele ziehen es vor, bei einer festen Meilerstätte die horizontale runde Bodenfläche mit Ziegelsteinen zu belegen und derselben nach der Mitte zu eine

kleine Erhöhung zu geben. Beabsichtigt man bei der Kohlung Holztheer zu gewinnen, so legt man von der Mitte der Meilerstätte aus einen kleinen Canal und führt ihn außerhalb derselben in ein Reservoir, welches man jedoch luftdicht verschließt, damit nicht ein zu starker Luftzug entstehe und den Meiler selbst in Brand setze. Ist es voraussichtlich, daß eine Meilerstätte nicht längere Zeit benutzt werden kann, so legt man mit weniger Umständen eine sogenannte veränderliche Meilerstätte an und hat dabei weiter nichts zu thun, als den Platz zu ebnen und von Keimen, Wurzeln und Rasen zu befreien. Ist die Stätte feucht, so erhöht man dieselbe, indem man Reisig und dünne Aeste auf derselben ausbreitet und diese wenigstens einen Fuß hoch mit Erde bedeckt; ein nasser, bruchiger Boden muß jedoch förmlich ausgebohlt werden, und zwar mit zwei Bohlenschichten über's Kreuz, welche sodann mit Erde bedeckt werden; zur Ableitung des Wassers und Austrocknung der Stätte zieht man sowohl ringsum die Bohlenlagen, als unter denselben hinweg, Gräben. Gegen den Wind schützt man die Stätte und die darauf zu errichtenden Meiler durch sogenannte Windschauer. Man errichtet an der Seite des Meilers, welche am meisten dem Luftzuge ausgesetzt ist, von Stangen ein etwas höheres Lattenwerk, als die Höhe des Meilers beträgt, und befestigt an dieselbe entweder Baumrinden oder Aeste von Nadelholz, oder setzt an dieses Lattenwerk eine Mauer von Rasen an; der Windschauer wird leichter oder fester hergerichtet, je nachdem man die Meilerstätte auf längere oder kürzere Zeit benutzen muß. Alte, schon bekohlte Meilerstätten sind neuen Meilerstätten vorzuziehen, weil dieselben in der Regel schon mehr ausgetrocknet sind und sich auf denselben schon gare Erde befindet, der Köhler auch die Eigenschaften derselben bereits kennen gelernt hat; es kohlt auch auf neuen Stätten weit rascher, als auf alten; mit zu lebhaften Kohlen ist aber stets ein Verlust am Kohlenausbringen verbunden, und steigt das Ausbringen an Kohlen höher, je öfter man ein und dieselbe Stätte bekohlt. Nach jeder Kohlung schaufelt man den Boden der Stätte vom Gestübe leer, untersucht denselben genau und belegt die schadhaften Stellen auf's Neue mit Erde. Sind schon mehrere Meiler auf einer Stätte gekohlt, so bildet sich gern ein Brandschurf, d. i. es entsteht durch die theerartigen Theile, die sich bei der Verkohlung des Holzes bilden, indem ein Theil derselben sich in den Boden zieht, einige Zoll unter der Oberfläche, eine feste Rinde von zusammengebackener Erde und Theer, welche fast das Ansehen einer Steinkohle hat; dieser Brandschurf wächst nach und nach bis zur Stärke von einem Fuße; ein solcher Brandschurf muß aufgehackt und entfernt werden, weil sonst beim Kohlen das Wasser darauf stehen bleibt und viele Brände erfolgen.

Die Rundung der Meilerstätte findet der Köhler ganz einfach dadurch, daß er in der Mitte derselben einen Pfahl einschlägt, an diesen mittelst einer weiten Schlinge einen Strang befestigt, an demselben den Halbmesser abmißt und nun einen Kreis damit zieht. Alles

oben Gesagte gilt von der Anlage neuer Meilerstätten. Schon früher bekohlte Meilerstätten werden nach denselben Vorschriften hergerichtet und wieder von Büschen und Rasen befreit. Befinden sich alte Kohlstätten in der Nähe neu aufzurichtender, so thut man wohl, Erde und Gestübe von den alten Kohlenstätten auf die neue zu bringen; die Erde von alten Meilerstätten nennt man gare Erde, welche mit kohligen und theerigen Substanzen von früheren Verkohlungen bereits durchdrungen und imprägnirt ist; sie muß jedoch bei ihrer Verwendung zu neuen Meilerstätten vollkommen trocken sein; hingegen alte Meilerstätten, die man auf's Neue bekohlen will, bewirft man gern mit geeigneter Lehmerde, weil das alte Kohlengestübe viele Feuchtigkeit eingesogen hat; in gleichem Maße, wie frische Erde ohne kohlige Substanzen das Ausbringen der Kohle vermindert, eben so schädlich ist es, wenn zu viel kohlige Substanz unter der Erde der Meilerstätte ist.

Wie im Vorhergehenden bereits bemerkt worden, so giebt man dem Boden der Meilerstätte vom Rande nach der Mitte zu gern ein kleines Ansteigen oder macht sie horizontal; nur wenn man Theer gewinnen will, giebt man derselben in dieser Richtung ein kleines Fallen. Nach physikalischen Grundsätzen strebt die Luft, sobald sie erwärmt wird, aufwärts, weil sie durch die Erwärmung ausgedehnt und leichter wird, und dem Drucke der Luftsäule, welcher sie vor der Erwärmung einen gleichen Gegendruck leistete, so daß beide Luftsäulen sich im Zustande der Ruhe befanden, nun nicht mehr das Gleichgewicht halten kann. Je höher die Luft nach der senkrechten Linie erwärmt wird, desto stärker ist der Zug. Auf dieser Erfahrung beruht die Theorie vom Wetterwechsel beim Bergbau. Die aufwärts bewegte Luft führt auch die Flamme eines Feuers mit aufwärts; aus diesem Grunde macht man jeden Kreis im Abstande vom Mittelpunkte der Meilerstätte horizontal, weil sonst die an der niedrigen Seite deßhalb stärker zudringende Luft, weil dieselbe hier nach einer längeren senkrechten Linie erwärmt werden würde, das Feuer daselbst stärker anfachen müßte, als in den übrigen Theilen des Meilers. Weil nun das Feuer nach physikalischen Gesetzen sich gern aus der Mitte des Meilers, wo es zuerst angezündet worden, in die Höhe zieht, und das Holz am Fuße des Meilers unverkohlt stehen läßt, deßhalb läßt man die Meilerstätte gern in der Mitte etwas anlaufen, damit die Luft im Meiler, je näher man dem Rande der Stätte kommt, in einer immer längeren, senkrechten Linie erwärmt werde, und der Luftzug dahin immer mehr zunehme, wodurch das Feuer nach dem Rande der Meilerstätte hin mehr angefacht wird. Durch das Erhöhen der Meilerstätte in der Mitte derselben, wird nach Freytag nicht bloß ein besseres Verkohlen des Holzes am Fuße des Meilers bewirkt, sondern auch ein rascheres Kohlen im ganzen Meiler, als solches bei ganz horizontaler Stätte sein würde, hervorgebracht, und zwar aus demselben Grunde, weil im ersten Falle die Luft nach dem Rande der Stätte hin immer in längeren Linien erwärmt wird, und daher der

Luftzug stärker sein muß, als bei einer nach allen Richtungen horizontalen Meilerstätte. Endlich wird durch das Ansteigen nach der Mitte der Meilerstätte hin auch das Abfließen des Wassers und der übrigen Feuchtigkeiten aus dem Meiler befördert. Ob die Meilerstätte im Ansteigen nach der Mitte zu erhalten oder horizontal in dieser Richtung gemacht werden, ferner wie viel im ersten Falle dieses Ansteigen betragen muß, hängt theils vom Aggregatzustande, theils von der chemischen Beschaffenheit des Bodens der Meilerstätte ab, aber nicht von der Größe der Meilerstätte selbst. Bei Stätten von 28 bis 32 Fuß Durchmesser, bei hitzigem, heißem Boden, macht man die Stätte vom Rande bis zum Mittelpunkte horizontal, oder läßt sie nur um einige Zoll ansteigen; bei weniger hitzigem und heißem Erdreiche giebt man ihr 5 bis 6 Zoll Ansteigen, bei todtem und kaltem Boden aber 10 bis 12 Zoll. Hat man hartes Holz zu verkohlen, so kann man die Stätte nach der höheren, bei weichem Holze nach dem niedrigen Satze ansteigen lassen, indem das harte Holz bei seiner Verkohlung stärker angegriffen werden muß, als das weiche. Bei dem ersten Umgange auf einer Stätte ist der niedrigere, bei den folgenden Umgängen der höhere Satz des Ansteigens anwendbar, weil die Stätte an und für sich bei dem ersten Umgange vermöge ihrer Porosität rascheres Kohlen bewirkt, als bei späteren Umgängen. Auch darauf, ob das zu verkohlende Holz naß oder trocken ist, muß man bei Bestimmung des Ansteigens der Stätte Rücksicht nehmen, und bei mittelmäßig hitzigem und heißem Boden im ersten Falle 6, im zweiten aber nur 5 Zoll Ansteigen der Stätte geben, indem bei der Verkohlung des noch nicht hinreichend ausgetrockneten Holzes für die Ableitung des Wassers mehr gesorgt werden muß, als wenn man trockenes Holz verkohlt; auch ziehen sich die Feuchtigkeiten aus nassem Holze in den Fuß des Meilers und bewirken hier leicht das Entstehen der Brände; durch ein stärkeres Ansteigen der Stätte wird dies aber verhütet. Hat man die Ausbohlung, welche man an der Thalseite einer am Abhange eines Berges stehenden Stätte angebracht hat, mit Thon überzogen und darauf mit guter Erde gedeckt, auch daselbst gute Windschauer errichtet und unter der Auskohlung mögliche Dichtigkeit hervorgebracht, so kann man die Stätte vom Rande der Thalseite nach der Mitte zu eben so anlaufen lassen, als auf den anderen Seiten derselben. Dieselbe Regel gilt bei dichten, vorzüglich an der Thalseite mit gutem Windschauer versehenen gemauerten Stätten. Fehlt eine, oder fehlen mehrere der Vorkehrungen, welche den Zug auf der Thalseite verhüten, so muß man der Stätte auf der Thalseite gar kein, oder ein Ansteigen von einigen Zollen nach dem Stübberende hin geben, um dem auf der Thalseite stattfindenden Luftzuge hierdurch wieder entgegen zu wirken. Zuweilen ist es der Fall, daß auch bei nicht an Bergen belegenen Stätten es auf einer Seite derselben rascher, als auf den übrigen Seiten kohlt, welches entweder in der Beschaffenheit des Bodens, oder in der Lage der Stätte seinen Grund hat. Diesem Uebelstande

kann man dadurch abhelfen, daß man der Stätte auf dieser Seite ein geringes Ansteigen nach der Mitte giebt, als auf den übrigen Seiten, oder sie auf jener Seite ganz horizontal vom Rande bis zum Mittelpunkte macht, je nachdem es daselbst mehr oder weniger rascher, als auf den übrigen Seiten der Stätte kohlt.

Nach völliger Herstellung der Meilerstätte beginnt das Richten des Meilers oder das regelmäßige Aufsetzen des Kohlholzes. Im Mittelpunkte der Meilerstätte werden drei zugespitzte, mehrere Zoll starke Stäbe so in den Boden eingeschlagen, daß ein jeder von dem anderen circa einen Fuß entfernt ist und daß sie höher emporragen, als der Meiler hoch werden soll. Man nennt den Raum, welcher durch diese Stäbe gebildet wird, den Quandel, die Stäbe selbst aber Quandelstäbe. In den Quandel wird ein leicht entzündliches Brennmaterial gebracht und um dieses das zu verkohlende Holz, entweder neben oder über einander geschichtet, wobei man eine Vorrichtung trifft, daß man das innere leicht entzündliche Brennmaterial schnell anzünden kann. Bei dieser Construction erhält der Meiler fast die Gestalt eines nach oben abgerundeten Kegels, welche Art von Meilern man stehende Meiler nennt. Legt man die zu verkohlenden Holzscheite um das im Quandel aufgehäufte Brennmaterial neben und auf einander, so daß das eine Ende der Scheite nach der Mitte, das andere Ende nach der Peripherie zeigt, so nennt man diese Art von Meilern liegende Meiler. Die stehenden Meiler zerfallen ferner in ein-, zwei- und dreischichtige Meiler, je nachdem man mehr oder weniger Holzscheite über und auf einander stellt; die dreischichtigen sind die größten; die obere Schicht wird durch flacher gelegte Scheite abgerundet und die Haube genannt. Man unterscheidet noch Meiler mit und ohne Haube; bei letzteren werden die oberen Enden des Holzes, anstatt auf selbige eine Haube zu setzen, mit kleinerem Holze dicht bedeckt. Das Richten der stehenden Meiler erfolgt auf folgende Weise: Wie bereits oben erwähnt, werden in die Mitte des Meilers die Quandelstangen geschlagen und mit leicht entzündlichem Holze der Raum zwischen ihnen angefüllt. Die Quandelstangen dienen ferner dazu, um das erste Holz daran zu lehnen, und beim Richten einen Mittelpunkt vor Augen zu haben, nach dessen Richtung man die Holzscheite ansetzt. Damit der Meiler angezündet werden kann, läßt man vom Umfange des Meilers bis zum Quandel eine Oeffnung, die man durch Einlegen und späteres Herausziehen einer Stange bildet; dieser Raum wird das Zündloch oder die Zündgasse genannt. Um den Quandel herum setzt man recht trockenes schwaches Holz an, damit sich der Meiler leichter entzündet, dann nimmt man stärkeres und am äußeren Umfange wieder schwächeres, weil hier die Kohlungshitze weniger stark ist. Ist die untere Schicht einige Fuß stark um den Quandel angesetzt, so wird auf diese die zweite angefangen, welche etwas flacher als die erste gesetzt wird, damit die Decke auf dem Meiler liegen bleibt; jeder Theil eines Scheitkreises muß gleich weit vom Mittelpunkte entfernt sein, wie sich

die Kreise in der unteren Schicht von dem Quandel entfernen, so muß mit den oberen Schichten nachgefolgt werden und dürfen letztere nicht mehr als 1 bis $1\frac{1}{2}$ Fuß breit von den unteren zurückbleiben; sind die unteren Schichten gerichtet, so wird die Haube aufgesetzt, welche entweder aus sehr schräg gestelltem Scheitholze, oder aus kleinen Stücken, Splittern und Bränden besteht, auch legt man zuweilen die Hölzer der Haube horizontal. Alle leeren Räume müssen mit kleinem Holze ausgefüllt werden, welches der Köhler ausstümpeln nennt. Der Meiler wird deßhalb zirkelförmig aufgesetzt, weil dabei das Holz jeden Kreises gleich weit vom Mittelpunkte, dem Hauptsitze des Feuers, zu stehen kommt, und eine gleichmäßige Wirkung desselben nach allen Seiten hin stattfinden kann. Die Abrundung des Meilers nach oben ist zur Abhaltung der Decke erforderlich. Ist der Meiler völlig aufgebauet, so werden noch alle äußeren Vertiefungen desselben mit schwachen Holzstücken ausgefüllt, damit die Decke nicht zwischen das Holz fallen kann. Die Construction der liegenden Meiler ist folgende: Die Vorrichtung zum Anzünden ist dieselbe wie beim stehenden Meiler; in der Mitte wird aus stehenden Hölzern ein Kern errichtet und um diesen Kern werden horizontale Holzschichten gelegt, und zwar so, daß die Enden der Holzscheite nach den Quandelstangen gerichtet sind. Bei sehr langen Scheiten bedarf es nur einer horizontalen Lage rings um den Kern; bei kürzeren legt man aber auch wohl deren zwei hinter einander; der inwendige Kern, welcher einen kleinen stehenden Meiler bildet, hat den Zweck, daß die Außenfläche des Meilers eine Oeffnung erhalte, welche mit der des Kernes correspondirt.

Taf. I. Fig. 1 a a ist der durch zwei Quandelstangen gebildete Quandelschacht, welcher mit Spänen und derartigem leicht zündbaren Holzwerk angefüllt wird; b c, und zwar b die obere Löschdecke, c die untere grüne Decke, ist die Decke des Meilers; d die Zündgasse; e die Haube. Fig. 2 ist derselbe zweischichtige Meiler im Centraldurchschnitte. Fig. 3 stellt denselben Meiler bis zum Kranze bedeckt und mit Ober- und Unterrüstung versehen vor; gleiche Buchstaben stellen gleiche Theile vor; f ist die Unterrüstung, g die Ueberrüstung.

Die Art des Anzündens der Meiler ist verschieden; deßhalb sind auch die beim Richten des Meilers, Behufs des Anzündens zu treffenden Vorrichtungen, verschieden, und zwar besteht diese Verschiedenheit darin, daß sie von unten oder von oben angezündet werden. Bei der Anzündung von unten wird auf der einen Seite auf der Grundfläche des Meilers ein Canal d von der Peripherie zum Quandel führend und die Zündgasse, Zündloch, Ansteckloch genannt, offen erhalten, bei der Anzündung von oben fällt dieser Canal ganz weg, und heißt dann der Raum im Quandel, der Zündschacht. Die gewöhnliche Art des Ansteckens von unten erhellt aus Obigem zur Genüge. Eine andere Vorrichtung des Anzündens von unten, wobei nur 1 oder 2 Quandelstangen aufgestellt werden, welche man mit leicht brennbaren Substanzen ausfüllt und umgiebt, die Zündgasse ist die nämliche; das Zünd-

loch erhält allemal seinen Ausgang an der Bergseite, in der Ebene, in der dem herrschenden Windzuge entgegengesetzten Richtung. Das Anzünden der Meiler von oben erfordert folgende Einrichtung: es werden entweder um einen Quandelpfahl vier Stangen von der Höhe des Meilers in's Geviert und circa 1 Fuß von einander entfernt eingeschlagen und oben mit Weidenruthen zusammengebunden; der auf diese Art gebildete Zündschacht bleibt bis zum Anzünden des Meilers leer, sodann werden einige glühende Kohlen in denselben geworfen, auf diese bis zu einem Drittel der Schachthöhe dünnes dürres Holz; nachdem die Kohlen das Holz gezündet haben, wird der Zündschacht vollends mit Holz ausgefüllt. Es soll bei jeder Art der Anzündung eines Meilers das Feuer in den unteren Theilen desselben Wurzel fassen, deßhalb bleibt auch immer das Anzünden der Meiler von unten am zweckmäßigsten, indem, wie oben gezeigt, nach physikalischen Gesetzen sich das Feuer von selbst aufwärts zieht.

Größere Meiler von 26 bis 32 Fuß Durchmesser und von 3 Schichten Höhe mit einer kleinen Haube, sind kleineren, niedrigeren und flacheren stets vorzuziehen. Wie bereits oben erwähnt, beträgt nach gemachten Erfahrungen auf den Fuß des Meilerdurchmessers mit 3 Schichten das nöthige Holzquantum eine Klafter; ein Meiler, dessen Durchmesser auf der Sohle 30 Fuß beträgt, und welcher 3 Schichten mit einer kleinen Haube hat, enthält circa 30 Klafter Holz. Größere Meiler halten die Kohlungshitze mehr zusammen und geht von derselben weniger ungenutzt verloren, als bei kleineren; bei kleineren Meilern wird verhältnißmäßig der äußeren Luft eine größere Fläche geboten, als bei größeren, es strömt bei letzteren verhältnißmäßig weniger äußere Luft zu, und das Verbrennen des Holzes und der Kohlen ist bei denselben nach Verhältniß geringer, als bei ersteren; es entstehen ferner bei kleineren Meilern verhältnißmäßig mehr Quandelkohlen, als bei größeren, auch wird bei jenen mehr Füllholz gebraucht, als bei diesen; durch das Füllen von zwei kleinen Meilern wird wegen des ungehinderten Luftzutrittes mehr frisches Holz verbrannt, als durch das Füllen eines größeren, der dasselbe Holzquantum enthält, wie zwei kleinere; kleinere Meiler gebrauchen im Verhältniß mehr Decke, auch mehr Kohlstätte, als ein größerer, endlich erfordern die kleineren mehr Aufsicht und Wartung, als ein größerer.

Jede Holzart, desgleichen Holz von einerlei Beschaffenheit, muß für sich verkohlt werden, nur stärkeres und schwächeres Holz einer Art, so wie Scheit-, Knüppel- und Stockholz derselben Art, ist gemischt, vortheilhaft zu verkohlen, indem man da Gelegenheit bekommt, an diejenigen Stellen des Meilers, wo die Hitze am größten ist, in horizontaler Richtung in der Mitte und in vertikaler Richtung in der Brust des Meilers stärkeres Holz anzubringen, als an die übrigen Stellen, und die Höhlungen mit dem schwächeren Holze auszufüllen. Das faule Holz, wenn davon nicht viel vorhanden ist, kann man ebenfalls bei der Verkohlung des gesunden Holzes zweckmäßig in der

Haube des Meilers verbrauchen, weil dasselbe dem äußeren Drucke nur wenig Widerstand leisten kann, und dann in der oberen Schicht mehr nach außen hin, wo es weder vom Drucke noch vom Feuer viel zu leiden hat. Hat man grünes und trockenes Holz zugleich in einem Meiler zu verkohlen, so bringe man das trockene Holz in die untere Schicht, das grüne oben darauf; bei einem umgekehrten Verfahren zieht sich der Kien aus dem trockenen Holze in das darunter gesetzte grüne, die Stätte an und für sich enthält viel Feuchtigkeit, und beides giebt dann ein schlechtes Kohlenausbringen. In der Mittelschicht hat das grüne Holz Zeit zum Austrocknen, es hat hier die Hitze mehr Wirkung, als in der Unterschicht, es entstehen deßhalb nicht so viele Brände, als wenn das grüne Holz in der Unterschicht steht; das trockene Holz in der Unterschicht kann die Feuchtigkeit des darüber stehenden grünen besser vertragen, als das grüne in der Unterschicht den Kien des darüber stehenden trockenen Holzes. In die Haube des Meilers muß man trockenes Holz bringen, weil grünes daselbst nur zum Nachfüllen Veranlassung geben würde. Muß man ganze Meiler von grünem Holze aufsetzen, so thut man wohl, solches Holz auf bereits kurz zuvor gebrauchten Kohlstätten aufzusetzen, und wird dann eben so viel Kohlen erhalten, als aus trockenem Holze. Aus trockenem Holze erfolgen bei trockenem heißen Wetter leichte Kohlen von schlechter Wirkung; zu sehr ausgetrocknetes Holz muß, bevor es im Meiler aufgesetzt wird, wenn möglich, mit Wasser angefeuchtet werden, auch sind für zu sehr ausgetrocknete Hölzer neue Kohlstätten alten vorzuziehen.

Die Meiler müssen so steil gesetzt werden, als es die Bedeckung derselben nur gestattet; das Liegenbleiben der Decke auf dem Meiler wird durch die Rüstungen befördert; bei Anwendung einer guten nicht zu lockeren Erde können die Meiler so steil gerichtet werden, daß zwei Reihen solcher Rüstungen das Herabfallen der Erde verhindern. Bei den stehenden Meilern bemerkt man die Steilheit derselben durch ein der senkrechten Richtung sich mehr näherndes Aufstellen der Holzscheite. Je senkrechter man die Scheite aufstellt, desto weniger hohle Räume werden entstehen; jedoch ist das ganz senkrechte Aufstellen derselben, wegen der Bedeckung, nicht thunlich. Es ist auch bei steileren Meilern eine bessere Auskohlung zu erwarten, als bei flacheren, weil bei ersteren die hohlen Räume vermieden werden, das nachtheilige Füllen wegfällt; auch kann man bei einem steileren Richten mehr starke Enden der Kloben in der Mittel- und Unterschicht nach oben stellen, was, wie in der Folge gezeigt werden soll, vortheilhafter ist, als wenn man den Meiler flacher machen will; nach der Länge der Holzfibern thut die Kohlungshitze eine bessere Wirkung, als wenn selbige quer darauf getrieben wird; diese Kohlungshitze wird bei der Verkohlung der Meiler theils horizontal von innen nach außen, theils von oben nach unten, mehr in vertikaler Richtung, herabgeleitet. Bei den liegenden Meilern wirkt die Kohlungshitze, indem sie von innen nach

außen geführt wird, auf das gelegte Holz nach der Länge der Fibern. Bei den stehenden Meilern aber kann die Hitze in der horizontalen Richtung ihre Wirkung auf das Holz nicht nach der Länge der Fibern thun. Um diese vortheilhaftere Wirkung der Kohlungshitze auf das Holz, wenigstens nach einer Richtung, auch bei stehenden Meilern hervorzubringen, ist es zweckmäßig, daß das stehende Holz so steil, als es die übrigen Umstände gestatten, gesetzt wird, weil alsdann die Hitze, indem sie von oben herab geleitet wird, auf das Holz mehr nach der Länge der Fibern wirkt. Ueberhaupt geht die Kohlung bei steilen Meilern besser von Statten, als bei flachen; bei stehenden Meilern muß die Steilheit des Holzes von innen nach außen, so wie auch von unten nach oben, abnehmen; bei liegenden kann diese Abnahme der Steilheit nur in einer Richtung, nämlich von unten nach oben, stattfinden; um den Quandel kann man deßhalb steiler, als mehr nach außen, aufrichten, weil die äußeren Holzkreise die Decke tragen müssen. Auch muß die Oberfläche der Meiler von unten nach oben immer etwas flacher werden, weil das Liegenbleiben der Decke in dem unteren Theile des Meilers durch die Rüstung unterstützt wird, und die Decke auf dem oberen Theile des Meilers, wenn dieser oben so steil als der untere wäre, zu sehr auf die weiter unten am Meiler befindliche Decke drücken, daher das Herabfallen derselben befördern würde. Da das steile Richten vortheilhafter, als das flache ist, diese Steilheit jedoch bei der Oberfläche des Meilers, wegen der darauf zu legenden Decke, ihre Grenzen haben muß, so ist beim Richten stehender Meiler das Verfahren, daß man innen im Meiler das Holz steiler, als in den äußeren Kreisen aufstellt, und je weiter man beim Richten von innen nach außen fortschreitet, von der anfänglichen Steilheit der Holzkreise nach und nach etwas ablasse, jenen Zwecken ganz angemessen und gewährt noch folgende Vortheile: im Innern des Meilers ist die Kohlungshitze stärker, als in den äußeren Theilen; weil man nun dort steiler als hier richtet, so kann man nach innen auch leichter dem Meiler mehr Dichtigkeit geben, als nach außen hin. Ferner kann man inwendig, wohin die stärkeren Scheite und Stücke gehören, in der untersten und Mittelschicht mehr Scheite mit den stärkeren Enden nach oben stellen. Inwendig werden die holzleeren Räume, welche bei der Verkohlung durch das Schwinden des Holzes nach seiner Stärke entstehen, durch das Stampfen beim Füllen zum Theil wieder ausgefüllt, was hier nicht in dem Grade, als in den äußeren Theilen des Meilers, durch die eigene Schwere des Holzes geschieht, weil selbiges dort steiler, als in den äußeren Kreisen aufgestellt worden ist. Das steilere Richten um den Quandel vermindert endlich auch die Anzahl der Füllen, weil der Regel nach die Füllen in den Quandel kommen, und solches gewährt auch noch den Vortheil, daß beim Anfange des Richtens die Quandelstangen nicht so leicht verschoben werden, als im entgegengesetzten Falle. Beim Richten der Meiler muß vorzüglich darauf gesehen werden, daß die hohlen Räume

so viel als möglich vermieden werden; denn die in solche hohlen Räume fortwährend eindringende atmosphärische Luft bewirkt ein zu starkes Verbrennen des Holzes und der Kohlen, und dieses hat eine schlechte Auskohlung sowohl in Hinsicht der Qualität, als auch der Quantität der Kohlen zur Folge; je dichter die Meiler gerichtet werden, desto vollkommener wird die Auskohlung ausfallen. Vorzüglich muß bei Anfertigung der kleinen Haube auf möglichste Dichtigkeit gesehen werden, theils damit die Erde nicht durchfalle, und das Feuer im Meiler da, wo solche hinrieselt, nicht ersticke, theils damit nicht zu viele Füllen nöthig sind. Um jenen Zweck zu erreichen, ist auch bei stehenden Meilern vortheilhafter, die kleine Haube aus horizontal neben einander zu legenden Scheiten, wobei die Enden der Holzstücke nach dem Quandel gerichtet sein müssen, als aus ganz schräg stehendem Holze zu bilden, weil im ersteren Falle leichter eine größere Dichtigkeit hervorgebracht werden kann, als bei dem sehr schrägen Aufstellen der Holzstücke. Beim Aufsetzen der Unterschicht braucht man weniger auf Dichtigkeit Rücksicht zu nehmen, als beim Richten des übrigen Theiles des Meilers, jedoch darf man auch hierin nicht zu weit gehen. Ist die Unterschicht nicht so ganz dicht, als die übrigen Schichten und die kleine Haube sind, so zieht sich das Feuer leichter nach dem Fuße des Meilers, was immer etwas schwer fällt, weil das Feuer, wie oben erklärt, immer mehr nach oben strebt, und es entstehen in diesem Falle nicht so leicht Brände im Fuße des Meilers. Das dichte Richten wird theils durch sorgsame Zusammenfügung der Holzscheite, theils durch Ausfüllung der hierbei noch bleibenden Höhlungen mit kleinem und kurzem Holze bewirkt. Das Richten der Stöcke muß mit vorzüglicher Aufmerksamkeit erfolgen, weil hierbei viel leichter leere Räume entstehen können, als bei Scheiten; diese müssen sorgfältig mit schwächerem Holze ausgefüllt werden, weßhalb das Verkohlen des sogenannten melirten Holzes, welches aus Scheit-, Stock- und Astholz besteht, vortheilhaft ist. Das Holz in jedem einzelnen der verschiedenen Kreise des Meilers muß wo möglich gleich stark sein, denn sonst verbrennt schon das schwache, bevor das starke verkohlt. Liegt die Stätte an dem Abhange eines Berges, so ist der Luftzug auf der Thalseite stärker, als auf den übrigen Seiten, weßhalb mehr grobes Holz auf die Thalseite gesetzt werden muß; ein jeder Kreis muß ringsum vollendet werden, bevor ein neuer angefangen wird, theils damit die nöthige Widerlage nicht aufgehoben wird, theils damit das stärkere Holz in jedem Kreise gehörig vertheilt werden könne. In horizontaler Lage ist die Hitze des Meilers um den Quandel herum am stärksten, weil das Feuer in demselben seinen Herd hat, und dieses ist gleich vom Anfange der Kohlung an der Fall. Da indeß zunächst um den Quandel herum etwas schwaches Holz aus dem Grunde gebracht werden muß, damit der Meiler in den gehörigen Brand komme, so gehört rücksichtlich der jetzt in Rede stehenden Richtung das stärkere Holz mehr in die Mitte in das Innere des

Meilers, und muß auf das um den Quandel herum befindliche schwächere Holz folgen. Dicht an den Quandelstangen würden auch die größeren Kohlen des stärkeren Holzes, welche den Vorzug vor den kleineren verdienen, beim Füllen des Meilers zu sehr zerstoßen werden. An dem Umfange des Meilers ist die Hitze wieder weniger wirksam, weil derselbe vom Herde des Feuers mehr entfernt ist, und die daselbst vorhandene Wärme durch die kühlere äußere Luft mehr abgeleitet wird, weßhalb dahin wieder schwächeres Holz, als in das Innere des Meilers kommen muß; hieraus folgt nun auch, daß bei den liegenden Meilern, wenn das Holz in zwei Holzlängen vor einander gelegt wird, das stärkste Holz in die innere, dem Quandel nähere Holzlage gehöre. Die abwechselnde Richtung der stärkeren Enden der Scheite nach innen und außen läßt sich aber bei bei dem gelegten Holze nicht gut vermeiden, wenn das Holz in den Holzlagen liegen und nicht zuletzt eine zu schräge Richtung bekommen soll.

In Hinsicht der Höhe des Meilers ist die Hitze oben in der Mittelschicht, also in dem Theile dieser Schicht, welcher an die dritte Schicht grenzt, mithin also in der Mitte des Meilers oder in dessen Brust am wirksamsten. In der Haube des Meilers und in der Unterschicht ist die Hitze nicht so stark. Hieraus folgt, daß in die Gegend der Mittelschicht und besonders in den oberen Theil derselben das stärkere, in die Gegend der Haube und der Unterschicht das schwächere Holz gehört; ferner, daß man bei stehenden Meilern in der Mittelschicht die stärkeren Enden der Scheite nach oben richten müsse; nur dann läßt sich in der Mittelschicht das Setzen der starken Enden der Scheite nach unten rechtfertigen, wenn dies die nöthige Dossirung des Meilers durchaus erfordert. In der untersten Schicht müssen die stärksten Enden der Scheite nach oben, in der dritten aber nach unten gekehrt sein. Es ist ferner sehr zweckmäßig, in der Unterschicht kleine Steine unter starke Holzstücke zu legen, weil diese das Durchkohlen dadurch wesentlich befördern, daß sie hinreichende Luft unter den darauf stehenden Scheiten lassen. Das gespaltene Holz erfordert zu seiner Durchkohlung nicht den Hitzgrad als ungespaltene Holzwalzen, weil die äußersten Holzfasern stets dichter sind, als die inneren. Da in einer Klafter ungespaltenen Holzes mehr Holzmasse steckt, als in einer Klafter gespaltenen, so erfolgt aus demselben auch eine größere Auskohlung, obgleich es eine größere Hitze erfordert, als das gespaltene. Die Kernseite des gespaltenen Holzes richtet man bei stehenden Meilern nach dem Quandel, weil auf diese Seite des Holzes die Kohlungshitze leichter einwirkt, als auf die entgegengesetzte mit dichteren Holzfasern; es wird dadurch auch ein dichteres Setzen des Holzes befördert, als durch das umgekehrte Verfahren; bei liegenden Meilern ist dagegen, um mögliche Dichtigkeit in dem Meiler hervorzubringen, die Kernseite des gespaltenen Holzes nach unten zu legen. Da das runde Holz schwerer, als das gespaltene Holz durchkohlt, so gehört es in die Mittelschicht, in die Brust des Meilers, in horizon-

taler Richtung, aber mehr in die Mitte desselben. Zu dem geringen und trockenen Holze, welches man zunächst um den Quandel setzt, thut man wohl, dasjenige Holz zu nehmen, welches den meisten Werth hat, weil hier das Feuer viel Holz verzehrt und daselbst nur Quandelkohlen (schlechtere) giebt. Diese Regel ist aber nur unter der Voraussetzung mit Vortheil zu befolgen, daß das schlechte Holz von der Art ist, daß es auch am Qandel noch Kohlen giebt; ist es hingegen von solcher Beschaffenheit (wie das wurmmehlige sogen. Hummelholz), daß es am Quandel, ohne Kohlen zu geben, ganz verbrennen würde, dann ist es besser, solches dahin zu bringen, wo es doch noch Kohlen giebt, also in den Umfang des Meilers. Die Spitze eines jeden einzusetzenden Scheites muß beim Schichten stehender Meiler mit der Spitze nach dem Quandel zu gesetzt werden, damit es Widerlage hat. Die von früheren Meilern erhaltenen Brände bringt man theils um den Quandel, theils in die Haube; am Quandel befördern sie das schnellere Anzünden des Meilers, und in der Haube bringen sie den Vortheil, daß sie Kohlen geben, beim Füllen niederkommen und so das gute Auskohlen des Meilers befördern. Am Schlusse der ganzen Kohlung errichtet man von den Bränden einen kleinen Meiler und verkohlt sie vollständig.

Dünne Unterlagen von Holz, welche jedoch nicht ganz bis zur Peripherie und nicht völlig bis zum Quandel des Meilers gehen, sind bei allen Meilern nicht unvortheilhaft, theils um das Entstehen von Bränden auf der Meilerstätte zu vermeiden, theils um den Fuß des Meilers beim Garen nicht zu stark angreifen zu müssen.

2. Liegende Meiler.

Die liegenden Meiler unterscheiden sich von den stehenden wesentlich in vielen Stücken, besonders aber auch dadurch, daß die zu verkohlenden Hölzer in dem Meiler in horizontaler Lage über einander geschichtet werden; doch erhalten auch die liegenden Meiler selbst wieder verschiedene Construktionen. Am zweckmäßigsten scheint diejenige Construktion, wie sie in Schweden bei den dort gebräuchlichen liegenden Meilern eingeführt ist, die auch mit dem Namen der liegenden Werke oder Haufen bezeichnet werden. In diesen liegeuden Meilern wird das Holz in ganzen runden Stämmen (denen man in Steiermark eine gleiche Länge von 10 Fuß, in Schweden aber oft von 20 bis 30 Fuß giebt) in den Meiler gebracht. Damit nicht zu große Zwischenräume in letzterem entstehen, müssen die Stämme ganz gerade sein, daher sich diese Verkohlungsart besser für Nadelhölzer als Laubhölzer eignet. Will man krumme Hölzer mit einsetzen, so müssen sie vorher in mehrere passende Stücke zerschnitten werden; die Rinde wird abgeschält, damit die Stämme besser austrocknen können. Die Breite der liegenden Meiler richtet sich genau nach der Länge der einzulegenden Stämme; die Länge der Meiler hingegen ist sehr verschieden und wechselt zwischen 20 bis 70 Fuß; bei Verkohlung längerer Stämme

macht man auch die Meiler länger; bei Verkohlung kürzerer Stämme macht man die Meiler kürzer.

Taf. II. Fig. 4 ist ein liegender Meiler im Grundrisse, und Fig. 5 im Aufrisse.

Zur Meilerstätte wird ein Platz in Form einer schiefen Ebene, die auf 20 Fuß je einen Fuß Fall hat, ausgewählt und zugerichtet; auf diesen Platz wird nun die Meilerstätte in Gestalt eines Rechteckes a, b, c, d abgesteckt, so daß die zwei langen Seiten a b und c d des letzteren (die Giebelseiten des Meilers) in der Richtung der Falllinie der schiefen Ebene laufen, die eine breite Seite a c (die untere oder Anzündseite des Meilers, auch der Fuß genannt) muß an dem tiefsten Punkte der schiefen Ebene, die andere breite Seite b d (die obere oder Segelseiseite des Meilers) an dem höchsten Punkte der schiefen Ebene zu stehen kommen. Dieser Anlauf der Meilerstätte ist nothwendig, um in dem Meiler den Zug von dem unteren Theile oder der Ansteckseite nach dem oberen Theile oder der Segelseite des Meilers gegen den Boden zu, zu befördern. Ohne diese Vorrichtung würden auf dem Boden unverkohlte Stämme zurückbleiben oder doch viele Brände erfolgen. Auf den abgesteckten und wie bei stehenden Meilern gehörig von Wurzeln, Rasen und Steinen gereinigten und planirten Meilerstätten werden nun der Länge nach 3 etwa 4 bis 5 Zoll dicke Stangen e, f, g, die Unterlager genannt, die etwas länger als die Meilerstätte selbst sind, dergestalt hingelagert, daß ein Stamm in der Mitte, die beiden anderen aber 1½ Fuß von den Giebelseiten zu liegen kommen, und daß zugleich das dickere Ende jeder Stange nach der Segelseite hin gerichtet ist. Diese Stämme dienen als Unterlagen für die zu verkohlenden Hölzer. Am Fuße oder an der unteren breiten Seite der Meilerstätte werden etwa 2 Fuß von den Giebelwänden zwei Pfähle eingeschlagen und durch Seitenstreben i k befestigt. Diese Pfähle müssen so lang sein, daß sie noch einen bis einen und einen halben Fuß über dem fertig gerichteten Fuße des Meilers hervorragen; gegen diese Pfähle werden die zu verkohlenden Stämme w w angelegt. Das Einlegen derselben in den Meiler geschieht quer über die oben erwähnten Unterlager, wobei man folgende Regeln beobachtet: a) An dem Fuße oder der Anzündseite des Meilers und unmittelbar auf die Unterlager werden Holzstämme von mittlerer und ziemlich gleichmäßiger Dicke hingebracht, in die Mitte des Meilers die stärksten Stämme; auch zur Bildung der Hinterwand an der Segelseite müssen Hölzer von ziemlich gleicher Stärke ausgewählt werden; b) die Giebelseiten des Meilers, wo die Kohlhölzer mit ihren Grundflächen auslaufen, müssen ganz vertikal und gerade errichtet werden, und ohne daß einzelne Stammenden vor den anderen vorstehen; c) alle Zwischenräume müssen so dicht wie möglich, mit dünnen Hölzern ausgefüllt werden; d) am Fuße fängt das Richten an, wo der Meiler überhaupt eine Höhe von 5 bis 6 Fuß erhält. Ein und einen halben Fuß über dem Boden wird beim Legen der Kohlhölzer der An-

steckecanal k gebildet. Man legt zu dem Ende 8 — 10 Zoll von dem äußersten Holze zwei glatte Stämme 6 — 8 Zoll von einander und schließt den so entstandenen Canal durch ein darüber gelegtes drittes Stück Holz von oben ab, nachdem er vorher mit Spänen, trockenem Reisig und Brändern ganz ausgefüllt ist. Hierauf fährt man mit Einlegen des Kohlholzes fort bis zum obern Ende der Meilerstätte, wobei man allmählig mit der Höhe des Meilers steigt, so daß dieser an der Segelseite 9 bis 10 Fuß hoch wird. An der Hinterwand werden die Hölzer etwas eingezogen, sodaß sie eine etwas gewölbte Form erhält, was zur Haltung der Decke nothwendig ist; zugleich werden zwischen die Hölzer, welche die Hinterwand bilden, zur festeren Haltung und zur Beförderung des Luftzuges dünne keilförmige Hölzer (Bindekeile) eingelegt. Es ist bei Fig. 5 ein Stück der vorderen Giebelwand weggenommen, um die Aufschichtungsweise der Hölzer in einem solchen liegenden Meiler anschaulich zu machen und die darüber liegende Rauh- und Erddecke. Auf den fertig gerichteten Meiler wird das Rauhdach von Nadelholzreisig, Heidekraut, Moos, Rasen &c. gelegt, wie für alle Meiler später beschrieben wird, worauf das Berüsten und Bewerfen mit Erde erfolgt. Zu diesem Zwecke wird die Fußseite des Meilers mit einer Knüppelwand m versehen, die ½ Fuß vom Kohlholze absteht, welcher Abstand mit Gestübe und Erde ganz dicht ausgefüllt wird, Fig. 4 p. Ebenso wird an den zwei langen oder Giebelseiten eine Knüppel- oder Bretterwand n n errichtet, und durch Pfähle q q q befestigt. Der ein halb Fuß breite Zwischenraum zwischen jeder Wand und den Giebelseiten des Meilers wird hierauf gleichfalls mit Erde und Stübe ausgefüllt, Fig. 4 p p. An der Stelle, wo der Anstecke-canal k des Meilers sich befindet, muß in der Wand eine Oeffnung vorgerichtet werden. Außerdem befinden sich am Fuße der Giebelwand noch mehrere Oeffnungen und kleine Canäle r r r bis zum Meilerholze, um durch Oeffnung derselben erforderlichen Falls den Luftzug im Meiler zu verstärken. Die Hinterwand des Meilers wird mit Ober- und Unterrüsten versehen (wie beim stehenden Meiler) und stark mit Erde und Stübe bedeckt. Das Dach oder die obere Fläche des Meilers wird anfangs nur einige Zoll hoch mit Erde bedeckt, um den, bei dem Beginnen der Verkohlung sich entwickelnden Wasserdämpfen einen Ausgang zu lassen und dem Schütten vorzubeugen. Beim Fortgange der Verkohlung wird es aber nöthig, das Dach dichter mit Erde zu bewerfen. Der liegende Meiler ist also seiner Construction nach weniger den Einwirkungen der atmosphärischen Luft und der Witterung ausgesetzt, und bedarf daher auch höchstens nur an der Hinterwand eines Windschauers.

3. Die Decke und die Rüstungen der Meiler.

Ist der Meiler, es sei nun ein stehender oder liegender, fertig aufgesetzt, so wird er mit seinen zwei Decken versehen; die erste ruht unmittelbar auf dem Holze des Meilers und besteht aus grünem Reisig,

Moos oder Rasen und wird häufig das Rauhdach genannt; die zweite besteht aus Erde und liegt auf der ersten, sie wird Erddach genannt, und dient dazu, den freien Zutritt der atmosphärischen Luft vom Meiler abzuhalten und, was vorzüglich durch die, in die Decke gestochenen Löcher bewirkt wird, nur so viel Luft zuzulassen, als zur Verkohlung des Meilers erforderlich ist. Die erste Decke wird den Meilern deßhalb gegeben, damit die Erde der zweiten Decke nicht in das Holz falle und das Feuer ersticke. Damit die Decke nicht von der Oberfläche des Meilers herabfalle, werden um den Meiler herum auf Rüstpfählen Stangen befestigt (in g Fig. 3), die rings um den Meiler herumgehen, diese nennt man Rüstungen. Von der untersten Schicht fällt die Erde am leichtesten ab, weil sie am steilsten ist; nach Erfordern giebt man dem Meiler zwei bis drei Rüstungen. Das abgefallene Buchenlaub und der Rasen, wenn letzterer torfartig ist und nicht zu viel Wurzeln und Steine hat, sind die besten Materialien zu dem Rauhdache, dann folgt Moos und Reisig, sodann Heidekraut, Schilf und Stroh. Die Rasenpatzen werden mit der Grasseite auf das Holz gelegt; man überdeckt die untere Schicht Rasen um einige Zoll mit der darauf folgenden, damit der Rasen etwas flacher und dadurch fester auf den Meiler zu liegen komme und keine Fugen entstehen, welche der Luft einen ungleichen Zutritt auf die Oberfläche des Meilers gestatten; mit dieser ersten Decke wird in der Regel der Meiler vor dem Anzünden in seinem ganzen Umfange versehen. Oft geben die Köhler dem Fuße des Meilers diese Rauhdecke gar nicht, sondern geben später nach dem Abbähen des Meilers nur die zweite Decke. Dieses Verfahren ist auch nicht zu tadeln, weil am Fuße des Meilers ein Durchfallen der Erde nicht zu befürchten ist, und eine geringere Dichtigkeit der Meiler in dieser Gegend das leichtere Herabziehen des Feuers wesentlich fördert. Die erste Decke bei Anwendung von Kohlenlösche zur zweiten Decke für ganz überflüssig zu halten, ist unrichtig, weil die unmittelbar auf dem glatten Holze liegende Kohlenlösche von demselben leicht herabgleiten und die feineren Theile in den Meiler rieseln würden. Die erste Decke wird 2 — 3 Zoll stark gemacht, und wird diese Stärke theils durch das zur Disposition stehende Material zur Rauhdecke, theils dadurch bedungen, ob das Material zur zweiten Decke leichter oder schwerer durchfällt — Moos verlangt eine Stärke von 3 Zoll — die Haube deckt man stets mit Rasen, um das Durchfallen der Erddecke in die Mitte des Meilers zu verhüten. Die Erdarten, deren man sich zur zweiten Decke bedient, sind im Allgemeinen dieselben, aus welchen man die Meilerstätte vorrichtet; ein guter Lehmboden, ein nicht zu hitziger Kies, oder ein Gemenge von Lehmerde mit Lauberde eignen sich am besten zur zweiten Decke, zumal wenn man sie noch mit Erde von einer älteren Kohlstätte vermischt.

Damit der Meiler in den gehörigen Brand komme und die sich entwickelnden Wasserdämpfe entweichen können, wird derselbe vor dem Anstecken mit der zweiten Decke nicht ganz bedeckt, sondern erhält die-

selbe in seinem ganzen Umfange erst nach dem Abbähen; überhaupt gelten wegen der Bedeckung der Meiler mit der zweiten Decke folgende Regeln: Man versieht den Meiler mit der zweiten Decke, mit Ausnahme der dritten Schicht des oberen größeren Theils der zweiten Schicht und des Fußes unter der Fußrüstung. Die zweite oder die Mittelschicht erhält hierbei das Erdbach nur unten ungefähr einen Fuß hoch. Bei liegenden Meilern, bei welchen die Schichten nicht so abgetheilt sind als bei den stehenden, lassen sich die von der zweiten Decke vor dem Anstecken frei zu lassenden Theile der Oberfläche des Meilers leicht nach den Dimensionen der Schichten stehender Meiler bestimmen. Es ist gebräuchlich, wenn man in der Mitte des Meilers einen freien Kranz läßt, die zweite Schicht und den obern Theil der Unterschicht, so wie den Fuß vor dem Anzünden des Meilers mit dem Erdbache nicht zu bedecken, oder man versieht den Meiler vor dem Anstecken ganz mit der zweiten Decke und läßt nur den Fuß offen; oder man deckt ihn damit erst oben oder bloß unten, wobei jedoch auch der Fuß offen bleibt. Andere halten für das Zweckmäßigste, vor dem Anstecken die Gegend der dritten Schicht, den oberen größeren Theil der zweiten Schicht und den Fuß von der zweiten Decke frei zu lassen; nicht so gut ist es, die zweite Schicht ganz und den obern Theil der Unterschicht offen zu lassen, denn der Wechsel zwischen der ersten und zweiten Schicht muß beim Anstecken mit der zweiten Decke versehen sein, weil sich sonst das Feuer zu früh dahin ziehen würde, was nachtheilig ist. Die zweite Decke macht man 3 — 5 Zoll stark, und wird die Stärke derselben durch folgende Umstände bedingt. Von unten nach oben muß dieselbe deßhalb stärker werden, weil, wie schon oben bemerkt, das Feuer mehr nach oben strebt. Manche Köhler bringen auf die Spitze der Haube unter der Erdbedeckung erst etwas Kohlenklein, damit die feinere Erde nicht durch die erste Decke in den Meiler laufe, was aus der Spitze des Meilers am leichtesten geschieht und den größten Nachtheil bringt. Hartes Holz erfordert eine dünnere Decke als weiches, Scheitholz wieder eine schwächere als Stockholz; nasses Holz bedingt im Umfange ebenfalls eine schwächere Decke als trockenes, weil dasselbe schwerer in Brand kommt und sich mehr Wasserdämpfe bilden, welche ungehindert entweichen müssen. Lockere Erde wirft man dicker auf, bindende Erde dünner; bei hartem Scheitholz und bindender Erde macht man die Erddecke am Fuße des Meilers 3 Zoll, oben aber 4 Zoll stark; bei lockerer Erde und weichem Stockholz unten am Meiler 4 Zoll, oben aber 5 Zoll stark; die Erddecke eines Meilers von nassem Holze erhält ihre völlige Stärke erst, nachdem er abgebähet ist. Es kommt öfters vor, daß im Verlaufe der Kohlungszeit eines Meilers die zweite Decke in der Gegend, wo die unterste Holzschicht an die zweite stößt, stärker gemacht werden muß, weil man aus Erfahrung weiß, daß die harzigen Substanzen, welche sich von oben nach unten ziehen, hier dann leicht einen Durchbruch des Feuers verursachen; die dem Winde zugekehrte Seite eines Meilers, mithin auch die Thalseite, ist stärker als die

andere zu bewerfen, weil sonst eine ungleiche Kohlung erfolgen würde; überhaupt ist an den Stellen ein stärkeres Bewerfen mit Erde nöthig, wo das Feuer zu stark wird.

Die Rüstungen der Meiler werden gewöhnlich auf folgende Weise gemacht: Es werden am Fuße des Meilers nach Herstellung des Rauhdaches Steine herumgelegt, welche einige Zolle stark sind, auf diese kommen die aus Stangenstücken bestehenden Rüsthölzer zu liegen, so daß das eine Ende derselben unmittelbar auf einem Steine, das andere aber auf dem Ende des vorhergehenden Rüstholzes, welches ebenfalls auf einem Steine ruht, zu liegen kommt, siehe Fig. 3, i. Erst dann, wenn der Meiler angesteckt und mit der zweiten Decke versehen ist, erhält selbiger beim Umfassen die zweite Rüstung f. Zu dem Ende werden Stangenstücken unmittelbar auf die Stätte am Meiler hinaufgestellt, so, daß sie auf der zweiten Decke ruhen und ungefähr bis an die zweite Schicht reichen; auf diese Stangenstücken, die man gern oben mit einer Gabel versehen auswählt, werden Oberrüsthölzer g so gelegt, daß immer eines auf dem Ende des anderen ruht, ebenso verfährt man mit der dritten Rüstung, zu welcher man längere Stangenstücken an den Meiler anlehnt; man nennt diese Rüstung die Oberrüstung. In anderen Gegenden verfährt man mit Anfertigung der Rüstung folgendermaßen: Ist der Meiler mit dem Rauhdache versehen, so werden am Fuße statt der Steine kleine Klötze herumgelegt, und auf diese um den Meiler herum Schicht auf Schicht Rüsthölzer; die Zwischenräume, wo selbige an einander stoßen heißen Wechsel; auf diese Wechsel legt man wieder Holzscheite, Wechselklötze; auf diese stellt man sodann 2—3 Fuß lange Malterknüppel mit Gabeln und legt in diese ebenso, wie vorher angegeben worden, die Oberrüsthölzer; ebenso verfährt man mit der dritten Rüstung, wie bereits angegeben. Ob ein Meiler ein-, zwei- oder mehrfache Rüstung erhalten muß, hängt theils von der Beschaffenheit der zur zweiten Decke ausgewählten Erde, je nachdem solche bindend oder locker ist, theils von der geringeren oder größeren Steilheit der Meiler, theils auch von der ersten Decke mit ab, in sofern auf dieser die zweite Decke leicht ruht oder nicht. Die oberen Rüstungen nimmt man später im Verlaufe der Kohlung wieder weg, sobald die Kohlung bis zu denselben hinunter gerückt ist und in dieser Gegend des Meilers Räume (Löcher) gestochen werden müssen; die Fußrüstung wird zuletzt hinweggenommen, sobald die Flammen beim Garen des Meilers am Fuße herausbrechen. Es ist stets vorzuziehen, die Rüstungen erst über der zweiten Decke des Meilers anzubringen.

4. Das Kohlen.

Nach dem Decken und Rüsten des Meilers folgt dessen Anzünden; das Anzünden erfolgt am Besten an einem windstillen Morgen vor Sonnenaufgang. Der Meiler erfordert sofort nach dem Anzünden eine sorgfältige Aufsicht; deßhalb ist das frühe Anzünden vorzuziehen,

da dann der Köhler zu seiner ersten Aufsicht den Tag vor sich hat; es greift auch das Feuer in der frühen Morgenluft leichter um sich, der Rauch wird nicht durch die Sonnenhitze niedergedrückt, was dem Anzünden hinderlich ist; windige Tage sind deßhalb nicht zum Anzünden eines Meilers zu wählen, weil sonst das Feuer leicht nach einer Seite des Meilers hin getrieben werden kann, überhaupt zu viel Holz im Meiler verbrennt. Um nun den Meiler von unten anzuzünden, so steckt man in eine vorn gespaltene Stange, die Zündstange genannt, ein Stück Harzgriefe, Kienholz oder recht trockene feingeschnittene Holzspäne, oder man bedient sich einer förmlich hergerichteten Pechfackel, zündet dieselbe an, fährt damit durch die Schürgasse in den Quandel, und läßt sie so lange darin stecken, bis der aus dem Meiler hervorbrechende dicke Dampf zu erkennen giebt, daß die Brennmaterialien im Quandel gehörig Feuer gefangen haben, oder wenn man durch die Zündgasse dies sehen kann, auch durch das Gehör kann man erkennen, ob das Feuer im Quandel gut brennt; ist dies der Fall, so entfernt man die Zündstange und schließt das Zündloch mit einem Rasenpatzen. Wird der Meiler von oben angezündet, so bringt man die angebrannten Zündstoffe von oben in den Zündschacht (Quandelraum) und bedeckt diesen, sobald das Feuer um sich gegriffen, ebenfalls mit einem Stück Rasen. Um möglichst hohle Räume im Meiler zu vermeiden, ist es zweckmäßig, nachdem derselbe durch die Zündgasse angesteckt worden, die Zündgasse mit einem genau passenden Stück Holz auszufüllen und sie dann erst mit einem Rasen zu verschließen; ebenso gut ist es, bei dem Anzünden von oben den Zündschacht mit Holz auszufüllen und dann erst zuzudecken. Will der Meiler nicht gut anbrennen, so hilft man sich damit, daß man in die Haube desselben ein, einen Fuß großes Loch macht, in dieses Loch brennende Späne legt, bis das Feuer im Meiler die nöthige Kraft erhalten hat; durch die brennenden Späne in der Haube des Meilers wird die Luft daselbst verdünnt, deßhalb ein stärkerer Luftzug im Meiler hervorgebracht und dem Zündstoffe Gelegenheit geboten um sich zu greifen. Der Köhler hat beim Anzünden Obacht zu geben, daß er nicht vom Anfange an den Grund zu einer schiefen Kohlung lege; deßhalb muß er schon beim Richten des Meilers sich hüten, harzige Hölzer an die Zündgasse zu bringen und mit dem Anstecken des Quandels zugleich auch die Zündgasse in Brand zu setzen. Unmittelbar auf das Anzünden oder Anstecken des Meilers folgt das Abbähen oder Auswärmen desselben. Dieses besteht darin, daß man den Meiler einige Zeit brennen läßt, ohne ihm den beim Anzünden noch fehlenden Theil des Erddaches zu geben. Es geschieht dies, theils damit das Feuer gehörig Wurzel fasse, theils damit die Wasserdämpfe aus dem Meiler entfernt werden, welche sonst leicht ein Ersticken des Feuers verursachen können, oder ein Schütten oder Werfen des Meilers. Unter Schütten des Meilers versteht man, wenn er seine Decke abwirft, unter Werfen aber, daß derselbe platzt oder zusammenfällt; kieniges Holz verursacht diese letzteren Unfälle leicht, auch zu trockenes

außen geführt wird, auf das gelegte Holz nach der Länge der Fibern. Bei den stehenden Meilern aber kann die Hitze in der horizontalen Richtung ihre Wirkung auf das Holz nicht nach der Länge der Fibern thun. Um diese vortheilhaftere Wirkung der Kohlungshitze auf das Holz, wenigstens nach einer Richtung, auch bei stehenden Meilern hervorzubringen, ist es zweckmäßig, daß das stehende Holz so steil, als es die übrigen Umstände gestatten, gesetzt wird, weil alsdann die Hitze, indem sie von oben herab geleitet wird, auf das Holz mehr nach der Länge der Fibern wirkt. Ueberhaupt geht die Kohlung bei steilen Meilern besser von Statten, als bei flachen; bei stehenden Meilern muß die Steilheit des Holzes von innen nach außen, so wie auch von unten nach oben, abnehmen; bei liegenden kann diese Abnahme der Steilheit nur in einer Richtung, nämlich von unten nach oben, stattfinden; um den Quandel kann man deßhalb steiler, als mehr nach außen, aufrichten, weil die äußeren Holzkreise die Decke tragen müssen. Auch muß die Oberfläche der Meiler von unten nach oben immer etwas flacher werden, weil das Liegenbleiben der Decke in dem unteren Theile des Meilers durch die Rüstung unterstützt wird, und die Decke auf dem oberen Theile des Meilers, wenn dieser oben so steil als der untere wäre, zu sehr auf die weiter unten am Meiler befindliche Decke drücken, daher das Herabfallen derselben befördern würde. Da das steile Richten vortheilhafter, als das flache ist, diese Steilheit jedoch bei der Oberfläche des Meilers, wegen der darauf zu legenden Decke, ihre Grenzen haben muß, so ist beim Richten stehender Meiler das Verfahren, daß man innen im Meiler das Holz steiler, als in den äußeren Kreisen aufstellt, und je weiter man beim Richten von innen nach außen fortschreitet, von der anfänglichen Steilheit der Holzkreise nach und nach etwas ablasse, jenen Zwecken ganz angemessen und gewährt noch folgende Vortheile: im Innern des Meilers ist die Kohlungshitze stärker, als in den äußeren Theilen; weil man nun dort steiler als hier richtet, so kann man nach innen auch leichter dem Meiler mehr Dichtigkeit geben, als nach außen hin. Ferner kann man inwendig, wohin die stärkeren Scheite und Stücke gehören, in der untersten und Mittelschicht mehr Scheite mit den stärkeren Enden nach oben stellen. Inwendig werden die holzleeren Räume, welche bei der Verkohlung durch das Schwinden des Holzes nach seiner Stärke entstehen, durch das Stampfen beim Füllen zum Theil wieder ausgefüllt, was hier nicht in dem Grade, als in den äußeren Theilen des Meilers, durch die eigene Schwere des Holzes geschieht, weil selbiges dort steiler, als in den äußeren Kreisen aufgestellt worden ist. Das steilere Richten um den Quandel vermindert endlich auch die Anzahl der Füllen, weil der Regel nach die Füllen in den Quandel kommen, und solches gewährt auch noch den Vortheil, daß beim Anfange des Richtens die Quandelstangen nicht so leicht verschoben werden, als im entgegengesetzten Falle. Beim Richten der Meiler muß vorzüglich darauf gesehen werden, daß die hohlen Räume

so viel als möglich vermieden werden; denn die in solche hohlen Räume fortwährend eindringende atmosphärische Luft bewirkt ein zu starkes Verbrennen des Holzes und der Kohlen, und dieses hat eine schlechte Auskohlung sowohl in Hinsicht der Qualität, als auch der Quantität der Kohlen zur Folge; je dichter die Meiler gerichtet werden, desto vollkommener wird die Auskohlung ausfallen. Vorzüglich muß bei Anfertigung der kleinen Haube auf möglichste Dichtigkeit gesehen werden, theils damit die Erde nicht durchfalle, und das Feuer im Meiler da, wo solche hinrieselt, nicht ersticke, theils damit nicht zu viele Füllen nöthig sind. Um jenen Zweck zu erreichen, ist auch bei stehenden Meilern vortheilhafter, die kleine Haube aus horizontal neben einander zu legenden Scheiten, wobei die Enden der Holzstücke nach dem Quandel gerichtet sein müssen, als aus ganz schräg stehendem Holze zu bilden, weil im ersteren Falle leichter eine größere Dichtigkeit hervorgebracht werden kann, als bei dem sehr schrägen Aufstellen der Holzstücke. Beim Aufsetzen der Unterschicht braucht man weniger auf Dichtigkeit Rücksicht zu nehmen, als beim Richten des übrigen Theiles des Meilers, jedoch darf man auch hierin nicht zu weit gehen. Ist die Unterschicht nicht so ganz dicht, als die übrigen Schichten und die kleine Haube sind, so zieht sich das Feuer leichter nach dem Fuße des Meilers, was immer etwas schwer fällt, weil das Feuer, wie oben erklärt, immer mehr nach oben strebt, und es entstehen in diesem Falle nicht so leicht Brände im Fuße des Meilers. Das dichte Richten wird theils durch sorgsame Zusammenfügung der Holzscheite, theils durch Ausfüllung der hierbei noch bleibenden Höhlungen mit kleinem und kurzem Holze bewirkt. Das Richten der Stöcke muß mit vorzüglicher Aufmerksamkeit erfolgen, weil hierbei viel leichter leere Räume entstehen können, als bei Scheiten; diese müssen sorgfältig mit schwächerem Holze ausgefüllt werden, weßhalb das Verkohlen des sogenannten melirten Holzes, welches aus Scheit-, Stock- und Astholz besteht, vortheilhaft ist. Das Holz in jedem einzelnen der verschiedenen Kreise des Meilers muß wo möglich gleich stark sein, denn sonst verbrennt schon das schwache, bevor das starke verkohlt. Liegt die Stätte an dem Abhange eines Berges, so ist der Luftzug auf der Thalseite stärker, als auf den übrigen Seiten, weßhalb mehr grobes Holz auf die Thalseite gesetzt werden muß; ein jeder Kreis muß ringsum vollendet werden, bevor ein neuer angefangen wird, theils damit die nöthige Widerlage nicht aufgehoben wird, theils damit das stärkere Holz in jedem Kreise gehörig vertheilt werden könne. In horizontaler Lage ist die Hitze des Meilers um den Quandel herum am stärksten, weil das Feuer in demselben seinen Herd hat, und dieses ist gleich vom Anfange der Kohlung an der Fall. Da indeß zunächst um den Quandel herum etwas schwaches Holz aus dem Grunde gebracht werden muß, damit der Meiler in den gehörigen Brand komme, so gehört rücksichtlich der jetzt in Rede stehenden Richtung das stärkere Holz mehr in die Mitte in das Innere des

Meilers, und muß auf das um den Quandel herum befindliche schwächere Holz folgen. Dicht an den Quandelstangen würden auch die größeren Kohlen des stärkeren Holzes, welche den Vorzug vor den kleineren verdienen, beim Füllen des Meilers zu sehr zerstoßen werden. An dem Umfange des Meilers ist die Hitze wieder weniger wirksam, weil derselbe vom Herde des Feuers mehr entfernt ist, und die daselbst vorhandene Wärme durch die kühlere äußere Luft mehr abgeleitet wird, weßhalb dahin wieder schwächeres Holz, als in das Innere des Meilers kommen muß; hieraus folgt nun auch, daß bei den liegenden Meilern, wenn das Holz in zwei Holzlängen vor einander gelegt wird, das stärkste Holz in die innere, dem Quandel nähere Holzlage gehöre. Die abwechselnde Richtung der stärkeren Enden der Scheite nach innen und außen läßt sich aber bei bei dem gelegten Holze nicht gut vermeiden, wenn das Holz in den Holzlagen liegen und nicht zuletzt eine zu schräge Richtung bekommen soll.

In Hinsicht der Höhe des Meilers ist die Hitze oben in der Mittelschicht, also in dem Theile dieser Schicht, welcher an die dritte Schicht grenzt, mithin also in der Mitte des Meilers oder in dessen Brust am wirksamsten. In der Haube des Meilers und in der Unterschicht ist die Hitze nicht so stark. Hieraus folgt, daß in die Gegend der Mittelschicht und besonders in den oberen Theil derselben das stärkere, in die Gegend der Haube und der Unterschicht das schwächere Holz gehört; ferner, daß man bei stehenden Meilern in der Mittelschicht die stärkeren Enden der Scheite nach oben richten müsse; nur dann läßt sich in der Mittelschicht das Setzen der starken Enden der Scheite nach unten rechtfertigen, wenn dies die nöthige Dossirung des Meilers durchaus erfordert. In der untersten Schicht müssen die stärksten Enden der Scheite nach oben, in der dritten aber nach unten gekehrt sein. Es ist ferner sehr zweckmäßig, in der Unterschicht kleine Steine unter starke Holzstücke zu legen, weil diese das Durchkohlen dadurch wesentlich befördern, daß sie hinreichende Luft unter den darauf stehenden Scheiten lassen. Das gespaltene Holz erfordert zu seiner Durchkohlung nicht den Hitzgrad als ungespaltene Holzwalzen, weil die äußersten Holzfasern stets dichter sind, als die inneren. Da in einer Klafter ungespaltenen Holzes mehr Holzmasse steckt, als in einer Klafter gespaltenen, so erfolgt aus demselben auch eine größere Auskohlung, obgleich es eine größere Hitze erfordert, als das gespaltene. Die Kernseite des gespaltenen Holzes richtet man bei stehenden Meilern nach dem Quandel, weil auf diese Seite des Holzes die Kohlungshitze leichter einwirkt, als auf die entgegengesetzte mit dichteren Holzfasern; es wird dadurch auch ein dichteres Setzen des Holzes befördert, als durch das umgekehrte Verfahren; bei liegenden Meilern ist dagegen, um mögliche Dichtigkeit in dem Meiler hervorzubringen, die Kernseite des gespaltenen Holzes nach unten zu legen. Da das runde Holz schwerer, als das gespaltene Holz durchkohlt, so gehört es in die Mittelschicht, in die Brust des Meilers, in horizon-

taler Richtung, aber mehr in die Mitte desselben. Zu dem geringen und trockenen Holze, welches man zunächst um den Quandel setzt, thut man wohl, dasjenige Holz zu nehmen, welches den meisten Werth hat, weil hier das Feuer viel Holz verzehrt und daselbst nur Quandelkohlen (schlechtere) giebt. Diese Regel ist aber nur unter der Voraussetzung mit Vortheil zu befolgen, daß das schlechte Holz von der Art ist, daß es auch am Qandel noch Kohlen giebt; ist es hingegen von solcher Beschaffenheit (wie das wurmmehlige sogen. Hummelholz), daß es am Quandel, ohne Kohlen zu geben, ganz verbrennen würde, dann ist es besser, solches dahin zu bringen, wo es doch noch Kohlen giebt, also in den Umfang des Meilers. Die Spitze eines jeden einzusetzenden Scheites muß beim Schichten stehender Meiler mit der Spitze nach dem Quandel zu gesetzt werden, damit es Widerlage hat. Die von früheren Meilern erhaltenen Brände bringt man theils um den Quandel, theils in die Haube; am Quandel befördern sie das schnellere Anzünden des Meilers, und in der Haube bringen sie den Vortheil, daß sie Kohlen geben, beim Füllen niederkommen und so das gute Auskohlen des Meilers befördern. Am Schlusse der ganzen Kohlung errichtet man von den Bränden einen kleinen Meiler und verkohlt sie vollständig.

Dünne Unterlagen von Holz, welche jedoch nicht ganz bis zur Peripherie und nicht völlig bis zum Quandel des Meilers gehen, sind bei allen Meilern nicht unvortheilhaft, theils um das Entstehen von Bränden auf der Meilerstätte zu vermeiden, theils um den Fuß des Meilers beim Garen nicht zu stark angreifen zu müssen.

2. Liegende Meiler.

Die liegenden Meiler unterscheiden sich von den stehenden wesentlich in vielen Stücken, besonders aber auch dadurch, daß die zu verkohlenden Hölzer in dem Meiler in horizontaler Lage über einander geschichtet werden; doch erhalten auch die liegenden Meiler selbst wieder verschiedene Construktionen. Am zweckmäßigsten scheint diejenige Construktion, wie sie in Schweden bei den dort gebräuchlichen liegenden Meilern eingeführt ist, die auch mit dem Namen der liegenden Werke oder Haufen bezeichnet werden. In diesen liegeuden Meilern wird das Holz in ganzen runden Stämmen (denen man in Steiermark eine gleiche Länge von 10 Fuß, in Schweden aber oft von 20 bis 30 Fuß giebt) in den Meiler gebracht. Damit nicht zu große Zwischenräume in letzterem entstehen, müssen die Stämme ganz gerade sein, daher sich diese Verkohlungsart besser für Nadelhölzer als Laubhölzer eignet. Will man krumme Hölzer mit einsetzen, so müssen sie vorher in mehrere passende Stücke zerschnitten werden; die Rinde wird abgeschält, damit die Stämme besser austrocknen können. Die Breite der liegenden Meiler richtet sich genau nach der Länge der einzulegenden Stämme; die Länge der Meiler hingegen ist sehr verschieden und wechselt zwischen 20 bis 70 Fuß; bei Verkohlung längerer Stämme

des Meilers läßt eine ungünstige Auskohlung erwarten. Ist das Feuer im Meiler zu stark, so muß man das Erddach verstärken. Ist auf einer Seite des Meilers eine Brandschlucht entstanden, so muß sie mit frischem Holze ausgefüllt werden. Hat sich das Feuer auf die eine Seite des Meilers hingezogen, so muß diese Seite blind gehalten werden (ohne Räume). Will dieses Mittel noch nicht helfen, so bewirft man diese eine Seite mit frischer Erde; auch kann man bei trockenem Wetter diejenige Seite des Meilers mit Wasser anfeuchten, wohin man das Feuer leiten will, indem das Feuer an der Stelle angefacht wird, die man mit Wasser angefeuchtet hat, da die sich bildenden Wasserdämpfe durch die brennenden Körper zerlegt werden und dann den Feuersgrad erhöhen; um das Feuer wieder in einen horizontalen Kreis zu bringen und nach der schwächer kohlenden Seite hinzuleiten, vermehrt man auf dieser Seite die Reihenzahl der Mittelräume um eine, oder öffnet den Fuß an dieser Seite. Man muß stets das Feuer auf allen Seiten des Meilers im Gleichgewichte zu halten suchen; deßhalb sticht man keine tieferen Räume auf der einen Seite, wenn das Feuer auf einer anderen Seite noch nicht so weit herabgekommen ist als auf jener, sondern man läßt diese Seite so lange blindkohlen bis das Feuer wieder in einem horizontalen Kreise steht. Sobald aus einer Reihe von Mittelräumen ein heller, weißer, sich kräuselnder Rauch aufsteigt, müssen dieselben verschlossen und tiefer herab eine neue Reihe gestochen werden; die einzelnen Räume, aus welchen in ein und derselben Reihe früher dieser Rauch aufsteigt, werden früher geschlossen; eine neue Reihe von Räumen legt man aber erst an, wenn sämmtliche Räume in einer Reihe verschlossen wurden, und fährt auf diese Weise mit dem Aufräumen des Meilers durch Mittelräume bis zu dem Fuße desselben fort. Je nachdem das Feuer im Meiler stärker oder schwächer ist, müssen die Raumreihen 3 bis 6 Zoll tiefer von einander gestochen werden und bringt das Aufräumen in kleineren Zwischenräumen, obgleich es mehr Zeit und Arbeit erfordert, stets einen gleichmäßigeren Gang der Kohlung hervor; die Entfernung der Raumreihen läßt sich nicht auf halbe Zolle bestimmt angeben, sondern sie muß nach dem Feuersgrade des Meilers bemessen werden; oben werden die Mittelräume weiter von einander entfernt gestochen, als weiter unten am Meiler, wo die Verkohlung an und für sich langsamer von statten geht; die Entfernung in einer Reihe neben einander wechselt ebenfalls nach dem vorhandenen Feuerungsgrade von 4 Zoll bis zu 12 Zoll. Die Fußräume in Verbindung mit den Mittelräumen werden häufiger nur an einer Seite des Meilers angebracht und oft in weit größeren horizontalen Entfernungen von einander, als die Mittelräume, zuweilen sogar in der Entfernung von einigen Fuß. Neue Mittelräume müssen nicht gerade unter die vorhergehenden, sondern stets versetzt zwischen dieselben gestochen werden, indem hierdurch mehr Halt in der Decke und mehr Gleichmäßigkeit in der Kohlung erhalten wird. An allen Stellen des Meilers, wo die Kohlung erfolgt ist, vermehre man die

Erddecke, klopfe selbige mit der Schaufel und Klopfstange dicht, um an diesen Stellen so viel als möglich den Luftzug ganz abzuschneiden, indem er an diesen Stellen nur nachtheilig einwirken kann.

Vorzüglich des Abends müssen angesteckte Meiler sorgfältig untersucht werden; alle aufgefundenen Mängel müssen sofort abgestellt werden; in den langen Nächten müssen die Meiler ebenfalls öfters revidirt werden; bei dieser Gelegenheit ist eine unganze Decke zu ergänzen und anzufeuchten, die Haube der Meiler, die am Tage nicht gefüllt worden, zu untersuchen u. s. w. Das Sichtbarwerden eines blauen Flämmchens vor den Räumen während der Nachtzeit muß vermieden, die Räume aber, in welchen dieses geschieht, verschlossen werden. Diese Flamme entsteht dadurch, daß die Räume vor dem Füllen nicht gehörig geschlossen oder nach dem Füllen zu bald wieder geöffnet wurden. Den Feuersgrad, welchen jede Holzart zu ihrer Auskohlung erfordert, muß der Köhler aus der Erfahrung kennen; denn bei einem zu großen Feuersgrade erfolgen nicht nur wenigere, sondern auch schlechtere Kohlen. Man kann annehmen, daß hartes, starkes und feinringeliges Holz stärker bei der Verkohlung angegriffen werden muß, als weiches, schwaches und grobringeliges.

Im Fall das Feuer vom Kopfe des Meilers am Umfange herunterläuft und das inwendige Holz unverkohlt stehen läßt, muß man folgendes Verfahren anwenden: Der Meiler muß stärker mit Erde beworfen und diese muß angeklopft werden, der Umfang darf keine Mittelräume erhalten und muß dicht gehalten werden, nur der Fuß wird geöffnet, wodurch das Feuer durchgeleitet wird; ist hingegen das Feuer im Innern zu mächtig und man will es nach dem Umfange hinleiten, so räumt man zwischen den Schichten auf. Die Witterung hat ebenfalls wesentlichen Einfluß auf den Gang des Meilers. Durch etwas Regen wird mehr Kraft in einen brennenden Meiler gebracht; ist derselbe aber zu stark und anhaltend, so erstickt er den Meiler, weil dann zu viel Wasser vorhanden ist, um von dem brennenden Körper zersetzt werden zu können, das unzersetzte Wasser und Wasserdämpfe entziehen dem Meiler zu viel Wärmestoff und dämpfen das Feuer. Bei trockenem Wetter zieht sich das Feuer mehr nach der Haube des Meilers; durch einen Platzregen wird dasselbe nach dem Fuße des Meilers getrieben. Es zieht sich auch das Feuer, wegen des stärkeren Luftzuges, stets mehr nach der Thal- als der Bergseite der Meilerstätte, ferner mehr nach der tiefern als nach der höhern Seite der Kohlstätte, weil dort eine längere Luftsäule verdünnt wird und daher stärkerer Luftzug erfolgt, endlich mehr nach der feuchten Seite der Meilerstätte, als nach der trockenen, weil an jenen die aufsteigenden Wasserdämpfe den Hitzgrad erhöhen; diesem stärkeren Andrange des Feuers nach einer Seite hin muß stets auf zweckmäßige Art entgegengewirkt werden.

Nachdem man mit den Mittelräumen bis zum Fuße des Meilers herabgekommen ist, giebt man demselben zum Zwecke des Ausgarens bloß Fußräume. Beim Garen des Fußes eines Meilers werden die

Fußräume oft über einen Schuh lang gemacht und nur kleine Zwischenräume zwischen denselben gelassen, da das Durchbrechen des Feuers nöthig wird, um die im Fuße sich gesammelt habende Feuchtigkeit auszutreiben; jedoch darf nur ein stilles Feuer ohne Flamme erhalten werden, damit die Fußrüstung nicht angegriffen wird. Das nachtheilige Herausschlagen der Flamme aus den Fußräumen beim Garen des Fußes wird dadurch vermieden, daß man den Fuß weniger stark aufräumt, und daß man diejenigen Fußräume, nach welchen die Flamme zu sehr dringt, verschließt. Es giebt indessen heiße und hitzige Kohlstätten, auch welche, wenn das Kohlholz von erwünschter Qualität ist, die Meiler nur mit wenig Räumen und ohne Durchbruch des Feuers im Fuße gar gemacht werden können; auch wird durch zweckmäßige Unterlagen das Garen des Fußes ohne Durchbruch des Feuers bewirkt. Es zeigt einen regelmäßigen Gang der Kohlung an, wenn das Durchbrechen des Feuers im ganzen Umfange des Fußes gleichzeitig geschieht; ist dies nicht der Fall, so muß man durch zweckdienliches Schließen einiger Fußräume nachhelfen, oder dadurch, daß man größere Fußräume in Stielräume verwandelt. Ist der Durchbruch des Feuers erfolgt, so wird die Fußrüstung vom Meiler abgenommen. Am Ende der Kohlung ereignet es sich leicht, daß sich die Decke des Meilers entzündet und zu glimmen anfängt, dieses muß man durch neuen Aufwurf trockener Brennerde zu verhindern suchen, indem sonst viele Kohlen verbrennen, und der ganze Meiler in Brand gerathen kann.

Die Dauer der Kohlungszeit eines Meilers ist von der Beschaffenheit der Meilerstätte, des Holzes und des Wetters abhängig. Beim ersten Umgange auf einer frischen Stätte geht die Kohlung rascher von statten als bei den folgenden Umgängen; auf heißen und hitzigen Stätten geht die Kohlung ebenfalls rascher von statten als auf kalten und todten; hartes Holz kohlt länger als weiches; bei windigem und feuchtem Wetter kohlt ein Meiler rascher als bei trockener und stiller Witterung; der gare Meiler hat eine ganz andere Gestalt als zur Zeit seiner Anzündung, er ist viel kleiner und gedrückter geworden, durch das unegale Schwinden und Verbrennen des Holzes hat sich seine gleichförmig abgerundete Gestalt verloren, er hat Bauchungen und Vertiefungen bekommen; aus der äußeren Gestalt des garen Meilers kann man in den meisten Fällen auf die Beschaffenheit seiner Kohlen schließen. Der gare und völlig verschlossene Meiler bleibt circa 24 Stunden ruhig stehen, was man das Abbähen des Meilers nennt und den Zweck hat, daß der im Meiler vorhandene und durch das Ausgaren erhöhte Feuersgrad vermindert werde, weil sonst bei dem nachfolgenden Reinmachen des Meilers, wobei selbiger seiner Decke beraubt wird, das Feuer zu sehr angefacht und hierdurch zu einem bedeutenden Kohlenverbrande Veranlassung gegeben würde. Durch das Reinmachen und Löschen wird hierauf das Feuer im Meiler zum größten Theile gelöscht. Es geschieht dies wie folgt: Ein Köhler zieht Zug für Zug mit einer hölzernen Krücke die Decke vom Meiler und ein anderer

fegt mit einem Besen die erste Decke des Meilers ganz herunter; ein dritter harkt die abgezogene Erde aus, und mit dieser wird der Meiler wieder beworfen, mit einem Besen wird sie auf der Oberfläche des Meilers ausgebreitet und in die Zwischenräume desselben getrieben, wodurch das Feuer gelöscht wird; dieses nennt man das Reinmachen und Löschen des Meilers. Das Reinmachen und Löschen wird streifenweise am Meiler vorgenommen und zwar nach der Höhe des Meilers zu; zur Vermeidung bedeutenden Kohlenverbrandes muß das Reinmachen und Löschen möglichst rasch erfolgen, weßhalb man drei Köhler dabei beschäftigt. Es geschieht bei trockenem Wetter, indem bei feuchtem Wetter die Erde nicht in die Zwischenräume der Kohlen läuft, sondern an denselben hängen bleibt; Wind und Sturm sind ebenfalls beim Reinmachen nachtheilig, weil dadurch ebenfalls viel Kohlen verbrennen und leicht werden; das Reinmachen und Löschen länger aufzuschieben, ist ebenfalls nachtheilig wegen des Kohlenverbrandes. Damit die beim Löschen in die Zwischenräume der Kohlen gefallene Erde gehörig wirke, läßt man nun den Meiler noch 24 Stunden stehen, bevor man Kohlen aus demselben zieht; man nennt dies das Nachlöschen, und es erfolgt dasselbe bei weitem besser bei trockener, warmer, ruhiger Witterung, als bei kaltem, stürmischem und regnigtem Wetter. Man läßt den gedämpften Meiler nun hinlänglich erkalten und harkt an der Stelle des Meilers, woselbst das Kohlenziehen geschehen soll, die Erde vom Fuße desselben zurück, um an entblößte Kohlen zu gelangen, alsdann zieht man die gehörige Quantität Kohlen an dieser Stelle des Meilers, ohne zuvor den ganzen Meiler von der Lösche zu befreien; dadurch wird unnöthiger Luftzug auf die vielleicht noch Feuer haltenden Kohlen vermieden und das Hineinfallen der Lösche in die Kohlen befördert. Die Kohlen werden nun theils mit der Hand, theils mit dem Langhaken, theils mit dem Rechen aus dem Meiler gezogen. Das Kohlenlangen muß mit Vorsicht geschehen, damit nicht zu viel Kohlen zerbrochen werden; deßhalb werden auch die ersten Kohlen mit der Hand gelangt, bis eine Oeffnung entstanden ist, aus welcher man die größeren Kohlen mit dem Haken, die kleineren mit dem Rechen herauszieht. Nachdem aus der gemachten Oeffnung die gehörige Quantität Kohlen gezogen worden ist, wird dieselbe mit feiner trockener Lösche (Gestübe) wieder zugeworfen. Man nimmt zum Ziehen der Kohlen eine 3 bis 4 Fuß breite Rolle, und geht nach und nach um den ganzen Meiler damit herum. Will sich das an den herausgezogenen Kohlen noch vorfindende Feuer nicht ersticken lassen, so löscht man selbiges durch Wasser. Bei dem Löschen mit Wasser ist zu bemerken, daß die Kohlen nicht zu naß gemacht werden dürfen, man die Kohlen also nur mit Wasser besprengen darf. Hierauf werden die kleineren und gröberen Kohlen von einander abgesondert und an den Stüberand gelegt. Das erste Kohlenlangen vom Meiler nennt man das Anbrechen des Meilers, das Wegnehmen des Restes aber das Ausladen. Bei stehenden Mei-

lern geschieht das Kohlenlangen von unten nach oben; das Kohlenlangen muß womöglich bei trockenem und stillem Wetter geschehen.

5. Das Kohlen in Gruben.

Diese Art der Verkohlung wird nur selten und dann nur bei Zacken-, Ast-, Reisig-, Leseholz, Spänen und anderen Hölzern, die sich nicht wohl zur Meilerverkohlung eignen, in den Waldungen angewendet. Man gräbt zu diesem Zwecke in festem, trockenem Boden eine 4 bis 6 Fuß tiefe und 6 bis 7 Fuß im oberen Durchmesser haltende muldenförmige Grube. In diese wirft man Bündel von von Reisigholz und dergleichen, zündet sie an und läßt sie so lange brennen, bis die Flamme nicht mehr stark raucht; dann wirft man mehr dergleichen Holz nach, stößt es nieder und läßt es wieder bis zu dem Zeitpunkte niederbrennen, bis die Flamme nicht mehr stark raucht; dann wirft man mehr dergleichen Holz nach, stößt es nieder, läßt es wieder bis zu dem Zeitpunkte fortbrennen, wo es nur noch wenig Rauch giebt, und so fährt man mit Eintragen von frischen Hölzern fort, bis die Grube fast voll Kohlen ist. Das zuletzt eingeworfene Holz wird dann oben mit Rasen und Erde bedeckt, damit durch Ausschließung des Luftzutritts die Gluth erstickt werde, was etwa nach 24 Stunden erfolgt. Die Kohlen werden alsdann herausgenommen und durch ein groblöcheriges Sieb von Gestübe und Asche gereinigt; die so gewonnenen Kohlen sind nur klein, leicht und mürbe, weil sie im freien Feuer entstanden, jedoch für Kleinschmiede noch immer brauchbar.

Eine andere Grubenverkohlung ist die in Schweden und Rußland gewöhnliche Schwelung des Theers in Gruben. Man wählt dazu einen Platz an einem Hügelabhange, dessen Boden locker, sonnig und trocken ist, jedoch weder lehmig noch sandig sein darf, indem der Lehm sich zu fest brennt, Risse bekommt und zu viel Feuchtigkeit anzieht, der Sand aber zu porös ist und zu viel Luftzutritt gestattet, was alles nachtheilig auf die Verkohlungsarbeit wirkt. Zuerst wird auf dem Verkohlungsplatze eine kreisförmige Grubenstätte auf ähnliche Art wie die Meilerstätte vorgezeichnet, sodann wird eine kegelförmige Grube, Fig. 6 a b c d, ausgegraben und die Erde an der Seite derselben ausgeglichen und etwas festgeschlagen. Auf den Boden der Grube setzt man die Grubenschüssel, die aus einem flach ausgehöhlten runden Holze e besteht, ein, von welcher aus eine hölzerne Theer-Abflußröhre f durch die mit Schalhölzern g verwahrte Brust- oder Vorwand der Grube hindurch ins Freie geht. Um die Grubenschüssel macht man auch wohl einige Ellen hoch Mauerung. Zum Grubenschwelen nimmt entweder Wurzelstücke, oder die trockenen und festen Föhrenzapfen, oder recht harzige Kieferstämme, welche man in dünne Scheite spaltet. Das Einsetzen in die Grube geschieht auf folgende Art: Zuerst wird die innere Wand der Grube mit Fichten- oder Birkenrinde bekleidet und ein eiserner Rost h auf die Grubenschüssel gelegt, sodann richtet man in der Mitte der Grube eine Stange auf, um welche die vorher gespalte-

nen Hölzer i i i in schräger Richtung ganz dicht auf und in mehreren Etagen über einander eingesetzt werden und zwar so, daß der eingesetzte Haufen oben eine fast halbkugelförmige Gestalt erhält; die zwischen den Scheiten bleibenden Lücken werden sorgfältig mit dünnen Hölzern und Spänen ausgefüllt. Hierauf wird die obere halbkugelförmige Oberfläche des Holzes erst mit Reisig und Moos k und dann mit ausgestochenen Rasenstücken l bedeckt. Auf den Rasen legt man wohl noch etwas Erde, die man fest tritt. Beim Theerschwelen selbst, welches eine Art Destillation nach unten ist, muß das Feuer gehörig regiert werden. Je mehr verdeckt die Theergrube schwelet, so daß die Hitze mehr, als das Feuer den Theer austreibt, desto schöner und häufiger fällt er. Das Anzünden des Holzes in der Grube geschieht bei stillem Wetter; man nimmt stellenweise den Rasen von der Oberfläche weg und zieht rund um die Haube hier und da ein Scheit aus, legt in die Lücken harzige Holzspäne und zündet selbige an; man fängt mit dem Anzünden an der dem Winde entgegengesetzten Seite an, fährt damit nach beiden Seiten fort, bis man vorn an die Windseite gelangt; wenn das Feuer gut gefaßt hat, bringt man die Decke wieder darauf und tritt sie fest; sollte das Feuer hier oder da erlöschen wollen, so verstattet man der Luft durch Aufhebung der Rasenstücke frischen Zutritt. Den Zapfen an der Mündung m der Röhre f umwickelt man mit Werg und setzt ihn fest ein, damit die Luft nicht durch denselben eindringe und das Feuer herunterziehe, welches sich nach dem oberen Theile in die Haube k ziehen muß, wohin es bei größeren Grubenverkohlungen erst in 24 Stunden gelangt. Während der Zeit müssen die Theerschweler fleißig mit ihrem Hammer untersuchen, ob irgendwo das Feuer oben ausbrechen will, in welchem Falle die Haube mit Moos, Erde und Rasen wieder gut zugemacht werden muß. Man untersucht auch mittelst einer spitzen Stange, wie tief das Feuer im Innern niedergegangen ist, und wenn es tiefer sitzt, als es gut ist, so schlägt man mehr Erde auf und schlägt und tritt sie recht fest, wodurch das Feuer gedämpft wird; so oft es erforderlich, wird von Neuem Erde und Rasen aufgetragen, und nur im höchsten Nothfalle greift man zum Wasser, um das Feuer zu dämpfen. Man muß zu verhüten suchen, daß das Feuer nicht unten nach dem Mittelpunkte der Theergrube gelange und der Theer in Flamme gerathe, denn alsdann wird leicht die ganze Grube ein Raub der Flammen, was bei stürmischem Wetter am leichtesten geschieht; um dies zu verhüten, legt man die Gruben so an, daß sie durch die Waldung oder sonst einen Gegenstand Schutz genießen; wo dies nicht möglich ist, baut man einen Schirm von Brettern oder Reisig. 24 Stunden nach dem Anzünden öffnet man den Zapfen an der Abzugsröhrenmündung um $\frac{1}{3}$; ganz darf man ihn wegen des entstehenden Luftzuges nicht herausnehmen; man öffnet den Zapfen nur so weit, daß immer die ganze Röhre voller Theer bleibt und derselbe nur schwach ausfließt. Zuerst läuft Theerwasser heraus, dann dicker Theer; an den ersten Tagen fließt der Theer

häufig, dann schwächer; bei Gruben, die mehrere Klafter Holz enthalten, dauert das Theerschwelen eine Woche. Wenn kein Theer mehr abfließt, verstopft man die Röhre vollständig und löscht das Feuer in der Grube durch dichteres Bedecken der Haube mit Erde. Die in der Grube zurückbleibenden Kohlen sind zwar kleiner als Meilerkohlen, werden aber von den Schmieden den letzteren vorgezogen; man gewinnt vom Holze 20—25 Proc. gute Kohlen. La Chebaussiere giebt einen ganz grubenförmigen ähnlichen Ofen zum Zweck der Verkohlung und Theergewinnung an. Er läßt eine 9 bis 10 Fuß tiefe Grube ausgraben, die oben 10, am Fuße 9 Fuß Durchmesser hat; den Boden derselben schlägt man mit Thon aus; die Wände werden ebenfalls fest geschlagen und mit Rasen bekleidet; oben giebt man der Grube einen Rand; rings um die Grube werden in gleichen Abständen 8 senkrechte, 6 Zoll ins Gevierte weite Canäle so tief, als die Grube ist, angelegt und mit einem kurzen horizontalen Canal mit dem Boden der Grube in Verbindung gebracht. Fig. 7 a b ist ein solcher Canal, c d sind die oberen Oeffnungen von 2 anderen Canälen. Durch diese Canäle kann der zur Verkohlung erforderliche Luftzutritt zum Innern des Ofens regulirt, durch Schließung dieser Canäle auch ganz abgesperrt werden. Von dem oberen Theile der Seitenwand geht eine Röhre aufwärts, durch welche die, bei der Verkohlung sich entbindenden Dämpfe und Gasarten in den Abkühlungsapparat treten und hier condensirt werden. Wenn die Grube mit Holz gefüllt ist, wird auf dem Rande derselben ein Hut von Eisenblech aufgesetzt, in welchem oben eine Oeffnung zum Anzünden des Holzes und einige kleine Zuglöcher sind, welche sämmtlich verschlossen werden können. Der Hut wird zur Zusammenhaltung der Hitze noch mit Erde bedeckt. Wenn das Feuer mit glühenden Kohlen angezündet ist, werden alle Zuglöcher des Ofens an der Peripherie und im Hute geöffnet, und wenn die Ankohlung des Holzes erfolgt ist, werden dieselben so weit verschlossen, daß nur noch ein Schwelen des Holzes erfolgt. Die aus dem Holze aufsteigenden Dämpfe des Theers gehen durch die Röhre in einen Abkühlungsapparat. In solchen Gruben erhält man ebenfalls 25 Proc. gute Kohlen, jedoch weniger Theer, als in der vorher beschriebenen Grube, weil alles ausgeschmolzene Harz verbrennen muß.

6. Die Ofenverkohlung.

Diese Art der Holzverkohlung wird entweder in gemauerten Oefen, oder in eisernen Behältnissen nach sehr verschiedenen Methoden und mit verschieden construirten Apparaten ausgeführt. Das Princip ist bei allen diesen Einrichtungen dasselbe: man bringt den Verkohlungsofen, Verkohlungskasten oder die Retorte über eine Rostfeuerung, leitet die Feuerzüge um dieselben in die Höhe, sodaß sie von allen Seiten erhitzt werden. Man füllt die Behälter mit gespaltenem Holze recht dicht an und verschließt sie mit Thür oder Deckel und lutirt mit Lehm. Die Oefen oder Retorten haben ein angesetztes Rohr zum Ab-

zuge der Gase und Dämpfe, welches mit einer Kühlvorrichtung verbunden ist. Die durch Condensation gewonnenen Flüssigkeiten fließen in Fässer, die brennbaren Gase in Condensatoren und werden entweder zur Feuerung oder Beleuchtung benutzt.

Die Verkohlungsapparate lassen sich in drei Classen theilen:

A. Solche Verkohlungsöfen, worin das Holz unter Zutritt der atmosphärischen Luft geschwelt und verkohlt wird.

B. Solche, wo das Holz in Oefen durch glühende, ihres Sauerstoffes beraubte Luft in Kohle verwandelt wird.

C. Solche, wo das Holz in verschlossenen Räumen mit Ausschluß alles äußeren Luftzutritts verkohlt wird.

Die Ofenverkohlung wird im Allgemeinen nicht in den Waldungen, sondern nur auf großen Hüttenwerken zur Kohlengewinnung, oder in Fabriken zur Gewinnung des Theers, des Holzessigs, des Leuchtgases 2c. veranstaltet. Die Ofenverkohlung oder trockene Destillation des Holzes erfolgt auf folgende Weise: Das Holz wird in Stücken in eine eiserne Retorte oder Ofen eingeschlossen, der sich allmählig steigernden Hitze ausgesetzt; es entweicht zunächst Wasser, aber bereits bei 115° R. beginnt die Zersetzung der Bestandtheile des Holzes und ist bei 360° R. vollendet. Hat man für vollständige Auffangung der dampfförmig entweichenden Destillationsprodukte die nöthigen Vorkehrungen getroffen, so erhält man durch Abkühlung zwei Flüssigkeiten, den rohen Holzessig und Holztheer. Die bei der Destillation übergehende Flüssigkeit ist zuerst schwach, später stärker sauer; es ist ein Gemisch von weißem Theer, Holzessig und Wasser, das sogenannte Sauerwasser, die Theergalle oder der Schweiß; nach einigem Stehen scheidet sich der Theer an der Oberfläche ab. Bei steigender Temperatur zerfällt die im glühenden Destillationsapparate verweilende Essigsäure in Aceten und Kohlensäure, und hierauf das Aceten in ölartige Kohlenwasserstoff- oder brenzliche Oele, welche zuerst dünn-, allmählig dickflüssiger und dunkler werden, den gewöhnlichen braunen Theer liefern, auf dessen Oberfläche eine dünne Schicht gelben Theers schwimmt; man bemerkt, daß sich also zuerst Essigsäure bildet, und erst aus dieser der Theer; will man daher hauptsächlich Essigsäure erhalten, so muß dies sogleich im Anfange der Destillation geschehen; man muß die Erhitzung schnell steigern, aber den Produkten der Destillation kein langes Verweilen in den Apparaten gestatten. Dieses im Innern des Holzes verweilende Wasser wirkt übrigens durch Dampfbildung kräftig zur Austreibung der eben gebildeten Essigsäure mit. Soll dagegen hauptsächlich Theer erzeugt werden, so muß die Erhitzung allmählig geschehen und langsam zunehmen. Hat man harzreiche Hölzer, Nadelhölzer, welche 13—14 Proc. liefern, so ist die Theerdestillation, hat man dagegen Laubhölzer, die bei nur 9 Proc. Theer gegen 3—4 Proc. reines Essigsäurehydrat geben, die Essigsäuredestillation gerathener. Nach beendeter Destillation schwimmt in der Vorlage die saure Flüssigkeit oben, der Theer liegt am Boden, denn die Holzessigsäure hat ein

geringeres specifisches Gewicht; als Rückstand in der Retorte bleibt Kohle; als unverdichteter Körper ist Gas entwichen. Wir haben hier vier Produkte, welche durch die Verkohlung im verschlossenen Raume aus dem Holze erzeugt sind — Theer — Holzessig — Kohle — und Gas, sämmtliche sind bereits in der Industrie von größter Bedeutung geworden. Es fragt sich, ob alle vier in der größten Menge gleichzeitig gewonnen werden können? Man muß dies verneinen, indem die Praxis erwiesen hat, daß sich Qualität und Quantität des einen Produktes nur auf Kosten der andern verbessern und vermehren lasse. Unterwirft man Holz der trockenen Destillation, so fragt es sich, welches von den Produkten am gesuchtesten ist. Die Holztheerfabrikation ist da unergiebig, wo viel Steinkohlentheer von den Gasfabriken abfällt; die Holzessigfabrikation desgleichen da, wo viel Holzessigsäure aus gegohrenen Getränken erzeugt wird; in Gegenden, wo Eisenhütten Kohlen verlangen, wird man die Destillation, ohne Rücksicht auf Theer und Essig, bloß der Holzkohlengewinnung wegen betreiben, da bei Berücksichtigung des Theers und Essigs die Kohlen an Qualität verlieren. Die Wald- und Meilerköhlerei berücksichtigt diese Nebenprodukte gar nicht.

A. Die Verkohlung in Oefen mit Zutritt von atmosphärischer Luft oder in Meileröfen unterscheidet sich nur dadurch von der Meilerverkohlung, daß das Holz in festen Umfassungswänden eingeschlossen ist. Der Luftzutritt wird hier durch Registeröffnungen in den Umfassungswänden regulirt, welche nach Erforderniß geöffnet oder geschlossen werden, und welche die Stelle der Räume bei der Meilerverkohlung vertreten. Dergleichen Oefen sind rund (Fig. 8) und länglich viereckig, Fig. 9; erstere vertreten die stehenden Meiler, letztere die liegenden Meiler. In den Fußwänden sind Thüren zum Einsetzen des Holzes b, oft sind deren zwei über einander b. b. Die zum Verkohlen bestimmten Scheite und Stöcke werden im Innern dieser Oefen gerade so, wie bei den Meilern beschrieben, angeordnet und entweder stehend Fig. 8 oder liegend Fig. 9 aufgesetzt. Das Einbringen des Holzes geschieht theils durch die Thüren b und b b, theils durch die Oeffnungen in der Haube a; von der Thüre bis in die Mitte des Meilers oder vielmehr Ofens wird eine Zündgasse ausgespart und bei Fig. 8 sogar auch ein Quandelraum; für die Zündgasse bleibt in der Thüre b eine Oeffnung; der übrige Raum wird nach Einsetzung des Holzes gut mit Ziegelsteinen und Lehm vermauert und erst, nachdem die Kohlen gar sind, wieder geöffnet. Rings um den Ofen sind mehrere Registeröffnungen c c c angebracht, durch deren Oeffnen und Schließen das Feuer dirigirt wird. Die Gase und Dämpfe ziehen durch Röhren aus dem Ofen d und werden mittelst Kühlapparaten in Condensationsgefäßen niedergeschlagen. Nach beendigter Verkohlung werden die Register mit Steinen zugesetzt und mit Lehm verstrichen; man läßt nun den Ofen ruhig 8 — 14 Tage stehen und läßt ihn abkühlen. Der wesentliche Vortheil solcher Oefen besteht in der Gewinnung der Nebenprodukte, da die Kohlen selbst, weder in Hinsicht der Quantität noch Qualität besser

sind, als die durch Meilerverkohlung erhaltenen. Es kommen dabei noch die Uebelstände in Betracht, daß man die Ofenverkohlung weniger leicht leiten kann, das Einbringen des zu verkohlenden Holzes, sowie das Ausziehen der Kohlen ist umständlicher, als das bei Meilern, und sind wenigstens die Kosten für Errichtung und Erhaltung der Oefen mehr, als die Kosten der Meilerverkohlung; die Oefen gewähren den einzigen Vortheil, außer der Gewinnung der Nebenprodukte, daß die Verkohlung in denselben nicht durch die Witterung gestört werden kann.

B. Verkohlungsöfen, worin das Holz durch glühende, zersetzte, ihres Sauerstoffes beraubte Luft, welche aus den, neben den Oefen befindlichen Feuerstellen durch das Holz zieht, verkohlt wird. Ein solcher wurde von Schwarz in Schweden ausgeführt. Das zu einer Verkohlung in diesem Ofen vorausgesetzte Feuermaterial beträgt circa 20 Gewichts-Procente von dem zur Verkohlung bestimmten Holze. Dieser Ofen gewährt für die Metallurgie die größten Vortheile, indem man in demselben Holz, welches sich nicht zum Meilerbetriebe eignet, verkohlen kann, als kleinere Holzabfälle, Wurzel- und Astholz.

Die Fig. 10, Taf. V zeigt einen senkrechten Längenschnitt, Fig. 11 einen Querschnitt dieses Ofens; b ist der von dem Mauerwerke a umgebene Verkohlungsraum. Durch die Oeffnungen c c tritt die zur Verkohlung resp. Destillation der den Ofen füllenden Materialien dienende Feuerluft ein; die auf der geneigten Sohle des Ofens verdichteten Flüssigkeiten treten durch die Röhren g g in die Verdichtungskästen h h, welche letztere mit einer hohen Esse i i in Verbindung stehen; sie ist vorhanden, um dem Apparate den nöthigen Zug zu geben. Die Feuerung selbst hat keinen Rost; die Oeffnungen d d dienen zum Eintragen des zu verkohlenden Materiales des Holzes. Fig. 11 ist der Querschnitt des Ofens.

Der eben beschriebene Ofen besitzt seine Eigenthümlichkeit darin, daß die Flamme selbst aus der Feuerung in den Ofen geleitet wird. Bei der Destillation des Ofens wird die Essigbildung nicht bloß durch die schnelle Verkohlung, sondern auch durch die oxydirende Wirkung der Flamme begünstigt. Doch darf nur wenigst möglich Sauerstoff mit der Flamme eintreten, damit keine wirkliche Verbrennung stattfinde. Die Rauchcanäle sind daher, um den Zug zu mäßigen, zwei Mal im rechten Winkel gebrochen. Man erspart bei dieser Einrichtung an Feuermaterial. Diese Oefen sind in Schweden eingeführt; ein solcher neuer Ofen kostet dort um 240 Thaler preuß. Cour., haben aber den Fehler, daß sie durch die Hitze leicht Risse bekommen. Dieselben liefern Holzsäure und Theer in sehr großer Menge; das Kohlenausbringen ist dem einer guten Meilerverkohlung gleich, nur verursacht diese Art der Kohlung außerdem noch einen großen Aufwand an Brennmaterial, welcher in der Meilerverkohlung in Wegfall kommt, sodaß, wenn man die anderen Produkte — Theer und Holzessig — nicht verwerthen kann, diese Kohlungsart gegen die Meilerkohlung keinen Vortheil bringt. Die

Verkohlung in diesen Oefen wird auf folgende Art ausgeführt: Man legt auf die Ofensohle ihrer Länge nach vier Reihen 6 Zoll starker Reisigwellen; auf diese wird sodann das zur Verkohlung bestimmte Holz möglichst dicht in horizontaler Lage aufgeschichtet, für jede Feuerstätte wird ein Raum von einigen Kubikfußen leer gelassen, übrigens aber der Ofen bis unter die Haube dicht angefüllt; zu unterst bringt man das schwächste Verkohlungsmaterial, weil da die Hitze am wenigsten wirkt; während der Dauer der Verkohlung müssen die Feuerstätten immer mit Holz gefüllt werden, damit das Eindringen unzersetzter Luft vermieden wird. Sobald der durch den Schornstein entweichende Rauch eine lichtblaue Farbe hat, so ist der Verkohlungsproceß beendet, und die Feuerstätten müssen hermetisch verschlossen werden. Sobald der Ofen völlig erkaltet ist, schreitet man zum Kohlenziehen.

C. Verkohlungsöfen, wobei das Holz ohne Luftzutritt erhitzt und verkohlt wird, sind entweder Retorten-Oefen, Oefen, durch welche glühende eiserne Röhren hin und hergezogen sind, oder Oefen, die von außen erhitzt werden. Bei allen diesen Oefen ist die Gewinnung von Holzkohlen Nebensache, und werden dieselben nur zur Vervollständigung der Holzverkohlung hier mit aufgeführt. Nur die Verwerthung der flüssigen Nebenprodukte sind die Veranlassung, daß man dergleichen Oefen anlegt; diese Stoffe bilden dann die Hauptprodukte, und die dabei erzielten Kohlen die Nebenprodukte; der größte Theil der Holzkohlen zu metallurgischen Zwecken wird stets durch die Meilerverkohlung gewonnen.

7. Die Darstellung der braunen oder Rothkohle.

Bevor aus dem Holze braune Kohlen dargestellt werden können, muß dasselbe zerkleint werden. Das Holz wird in Stücke von 5 bis 8 Zoll Länge zerschnitten und die dickeren Scheite nochmals gespalten. Durch das Zerkleinen wird das Holz gegen das Volumen des Klafterholzes vermehrt. Das Zerkleinen geschieht in zweierlei Richtungen, das Sägen quer durch die Holzfaser, das Spalten nach der Länge der Holzfasern. Zum Zerschneiden benutzt man meist die Kreissäge; dieselbe wird vertikal aufgestellt und dreht sich um eine horizontale Welle, welche ihre Bewegung von einem Motor mittelst Laufriemen erhält, die sich auf Scheiben von verschiedenen Durchmessern bewegen, sodaß die Säge die gehörige Geschwindigkeit erhält. Ein Arbeiter hält das zu zerschneidende Scheit an die Säge, und rückt dasselbe mehr und mehr vor, so wie der Schnitt tiefer wird. Das abgesägte Stück fällt auf die geneigte Tafel und rutscht darauf herunter; der Arbeiter fährt dann fort, nach dem Augenmaße das Holzscheit an einem andern Punkte an die Säge zu halten. Die Säge wird meist durch das Gebläserad der Hohöfen in Bewegung gesetzt. Die Kreissäge arbeitet drei mal so viel als man mit der Handsäge leisten kann. Das zu dicke Holz wird dann noch mit einem Handbeile in schwächere Stücke zerspalten.

Das zerkleinte Holz bringt man nun in gußeiserne Oefen, in welchen dasselbe entweder durch besonders angelegte Feuerungen, oder durch die aus den Hohöfen und Frischfeuern verloren gehende Wärme erhitzt wird; das Holz verkohlt sich in diesen Oefen unvollständig, wird aus denselben in gußeiserne Löschkasten gezogen und kann unmittelbar aus denselben auf den Hohöfen oder in den Frischfeuern benutzt werden. Wenn sich die braune Kohle durch eine Art von Meiler= oder Haufenverkohlung herstellen ließe, so würde dies unstreitig am billigsten sein, weil man alsdann deren Erzeugung im Walde vornehmen und bedeutend an Transportkosten ersparen könnte; jedoch bei allen derartigen Versuchen in Meilern und Haufen hat man ungünstige Resultate, ganz gare Kohle, Brände und gedarrtes Holz statt der braunen Kohle erhalten.

Die Oefen sind prismatisch aus gußeisernen Platten zusammengefügt, mehr länglich als kubisch, ihr Inhalt wechselt zwischen 25 und 50 Kubikfuß. Für Hohöfen ist es angemessen, die Oefen von einem solchen Inhalt anzufertigen, daß sie soviel Kohlholz zu fassen vermögen, daß die daraus hergestellte Rothkohle das Volumen einer Gicht hat, indem hierdurch das nochmalige Abmessen wegfallen kann; es richten sich deßhalb die Dimensionen dieser Verkohlungsöfen nach den Dimensionen der Hohofengicht und nach der Größe der gebräuchlichen Gichten. Die Errichtung von Verkohlungsöfen zur Herstellung der Rothkohle auf der Hohofengicht selbst sind stets mit großen Kosten verbunden; billiger erbaut man sie auf der Hüttensohle unter Benutzung der entweichenden Gichtgase, oder richtet besondere Feuerungen ein.

Bekanntlich erhält man mittelst gewöhnlicher Meilerverkohlung nur 18—20 Proc. Kohle dem Gewichte nach; dieser bedeutende Verlust hatte schon lange die Aufmerksamkeit der Hüttenleute erregt; man wußte, daß man, wenn man die Verkohlung in einem verschlossenen, von außen erhitzten Gefäße bewirkte, bei weitem mehr Kohlen ausbrachte, jedoch wog der Verbrauch an Heizmaterial dieses Mehrausbringen wieder auf, und die dabei gewonnenen Nebenprodukte deckte denselben ebenfalls nicht, — doch endlich kam man darauf, die den Hohöfen nutzlos entweichenden Gichtgase zur Erhitzung dieser Verkohlungsgefäße zu benutzen, und erreichte hierdurch einen unendlichen Gewinn. Zur näheren Erkenntniß solcher Verkohlungsöfen dient die Beschreibung desjenigen von Harraucourt, Departement des Ardennes, wie ihn Hartmann im 5. Heft über den Betrieb der Hohöfen ꝛc. mit erhitzter Gebläseluft (Quedlinburg bei Basse 1839) Seite 249 beschreibt und durch Zeichnungen erläutert.

Der Verkohlungsapparat bestand früher aus 8 Oefen, welche in gerader Linie hinter der Gicht liegen und durch einen Theil der Gichtflamme geheizt werden. Ein anderer Theil der Gichtflamme wird zum Kalkbrennen benutzt, zu welchem Ende auf der andern Seite der Gicht eine behufige Vorrichtung gemacht ist. Dem unerachtet kann durch die Gichtflamme noch eine größere Anzahl Verkohlungsöfen geheizt

werden, und hat man seit der Zeit 8 andere Oefen hinter die ersteren erbaut, um eine größere Quantität Rothkohle bereiten zu können.

Fig. 1, Taf. VI zeigt die vordere Ansicht des Apparates; die Gicht ist mit der Esse A überbaut, B C ist der Möllerboden. Die Sohle des Canals, in welchen die Flamme geleitet wird, liegt ungefähr um die Stärke eines Barnsteines höher, als der Möllerboden. E E sind Platten, welche über die Gicht gelegt sind und die Flamme in den Canal leiten. Die Einrichtungen der Platten, aus welchen ein Ofen zusammengesetzt ist, zeigen die Figuren 6—14, Taf. VII. Fig. 6 ist die Bodenplatte, welche mit der oberen Seite e e e e und den hinteren Verlängerungen f f f f auf Mauerwerk ruht. Fig. 7 zeigt den Durchschnitt dieser Platte nach der Linie $\alpha\,\beta$ auf Fig. 6. Die Seitenplatte Fig. 8 paßt in die Rinnen g g; zwei Keile befestigen sie an die Leiste h h. Die Hinterplatte Fig. 9 wird durch die Leisten i i Fig. 8 und k k Fig. 6, an welche sie gekeilt ist, gehalten. Die Vorderplatte Fig. 10 wird auf dieselbe Weise gegen die Leisten l l Fig. 8 befestigt. Die Oberplatte Fig. 11 ruht auf den Leisten m m, n n, p p. a, b, b Fig. 8 sind Oeffnungen in der Seitenplatte für den Durchgang der Flamme. Die vordere Verlängerung o o der Seitenplatte dient zur Aufnahme des Trägers, Fig. 15. Der Theil q desselben ist vorn in Form eines Hakens gebogen, wie dies Fig. 16 zeigt, und greift dieser Haken in den Einschnitt o′ o′ ein. Die weitere Einrichtung dieser Träger, auf denen die vordere Mauer der Esse ruht, geht aus Fig. 1 zur Genüge hervor. Die Fig. 12 zeigt die Oeffnung des Ofens in der Vorderplatte; Fig. 13 ist ein vertikaler Durchschnitt nach der Linie $\gamma\,\delta$ und Fig. 14 ein horizontaler Durchschnitt nach der Linie $\varepsilon\,\eta$. Alle diese Platten bestehen aus Gußeisen. Die Fugen sind sorgfältig verkittet, und wählt man am zweckmäßigsten dazu einen Kitt aus 6—7 Theilen Feilspänen von Guß- und Stabeisen, 1 Theil Bleiweiß und 1 Theil feuerfesten Thon, welche Materialien mittelst Essig angemengt sind. Wenn dieser Kitt nicht zu schnell trocknet und die Feilspäne Zeit haben zu rosten, so wird er außerordentlich hart und widersteht dem heftigsten Feuer, ohne sich zu verändern. Die Bodenplatte ist $2\frac{1}{2}$ Zoll stark; die übrigen haben, bis auf die etwas dünnere Oberplatte, 1 Zoll Stärke. Die Träger sind $2\frac{1}{2}$ Zoll stark und so breit als ein Barnstein.

Figur 2 zeigt die horizotalen Durchschnitte in verschiedenen Höhen, als: 1) von F bis A′ einen Durchschnitt nach der Linie Z Z in Fig. 3. C″ ist eine Säule, auf welcher zwei Bodenplatten ruhen; die Säulen C″ können indessen ganz fehlen, da sie, wie sich gezeigt hat, nicht erforderlich sind. Von A′ bis B′ zeigt sich die Bodenplatte, wie solche mit ihren beiden kurzen Seiten auf Mauerung liegt; von B′ bis C′ ist der Durchschnitt durch die Mitte in der Entleerungsöffnung genommen; von C′ bis D′ ist ein Durchschnitt unmittelbar über dem Rahmen der Entleerungsöffnung. Es geht solcher durch die Oeffnung b′ in der Seitenplatte; von D′ bis E′ stellt sich ein Durchschnitt nach

der Linie Z′ Z′ in Figur 3 dar, und geht solcher durch die Oeffnung a in der Seitenplatte, so wie durch die vordere Verlängerung der letzteren. Auch sieht man darin die Seitenwände der Esse P Q; von E′ bis F′ ist der Durchschnitt oberhalb der Oefen genommen. Man sieht hier einen Durchschnitt der Essen P Q, welche die bereits benutzte Gichtflamme ins Freie leiten, wie auch einen Durchschnitt der Essen P′ Q′, welche den Entleerungsöffnungen der Oefen entsprechen, und welche die beim Ausziehen der braunen Kohlen in die Löschkasten entstehenden Dämpfe auffangen. Die Löschkasten stehen vor den Oefen, wie dies die vordere Ansicht Figur 1 und der Durchschnitt Figur 4 zeigt.

Figur 3 stellt zwei vertikale Längendurchschnitte parallel mit dem Canale, welcher die Gichtflamme leitet, dar. Der erste desselben geht durch die Mitte eines Ofens, der zweite ist hinter der Platte in Fig. 4 genommen.

Figur 4 zeigt einen vertikalen Durchschnitt durch die Mitte eines Ofens. Man sieht darin den Canal D D, welcher die Gichtflamme leitet, die Bodenplatte J, sowie auch die Vorder- und Hinteroberplatte. Ein gußeiserner Rahmen f f umgiebt die Eintrageöffnung des Ofens. Auf diesem Rahmen ruht die Eintragethür, welche durch ein Gewicht verschlossen wird. Die Stärke der Mauer über der Oberplatte beträgt 4 Zoll. Figur 4 zeigt ferner einen Durchschnitt der Esse P′ Q′ und der Röhre zur Ableitung der Dämpfe. Letztere Röhren bestehen aus zwei Theilen, von welchen der untere a′ b′ unbeweglich, der obere c′ d′ aber um den Punkt c′ beweglich ist; e′ f′ ist ein Stab mit dem Ringe g′ h′, welcher die Röhre aufrecht erhält. Die condensirten Materien sammeln sich in dem Näpfchen l′ k′, von wo sie in die für alle Röhren gemeinschaftliche hölzerne Rinne y′ laufen. Von hier fließen sie in eine auf der einen Seite stehende Tonne.

Das zu verkohlende Holz wird auf den Boden P gebracht, und wird damit der Ofen durch die obere Oeffnung P″ gefüllt. Aus p″ werden die braunen Kohlen in den Löschkasten gezogen, von welchem Fig. 4 einen Durchschnitt zeigt.

Figur 5 ist ein vertikaler Querdurchschnitt des Apparates durch den Canal k Fig. 3, der zwischen je zwei neben einander liegenden Oefen sich befindet. Man sieht darin die Säule, auf welcher die Bodenplatten ruhen, eine Thür in den Flammencanal, eine ihr gegenüber liegende, mit einem Barnstein verschließbare Oeffnung zur Zulassung der Luft; die vordere Verlängerung der Seitenplatte, auf welcher die Esse P Q ruht, und den Schieber T T′; b″ b″ ist der Durchschnitt der gußeisernen Leisten, die der Länge nach vor dem Apparate liegen und eine Eisenbahn bilden, auf welcher der Wagen mit der Kohlengicht zum Aufgeben transportirt wird.

Die Gichtflamme wird nun folgendermaßen durch den Apparat geleitet: Die aus der Gicht G, Fig. 2, entweichenden Gase, deren äußere Hülle durch die sie umgebende atmosphärische Luft entzündet ist,

strömen durch die Oeffnung F F Fig. 2 und 3 in den Canal D D Fig. 3. Die Oeffnung liegt etwas über der Gicht und dient F F als Brücke. Die Quantität atmosphärischer Luft, welche man einführen und gleich beim Entweichen der Gase aus der Gicht mit diesen verbinden will, steht mittelst der Thüren H H, Fig. 2 zu reguliren. Indem nun die Flamme im Canale D D, Fig. 3 circulirt, erwärmt sie die Bodenplatten J. Der Raum K, Fig. 2 und 3 gestattet der Flamme in die Höhe zu steigen und die Seiten des Ofens zu erwärmen. Ebenso erhebt sich dieselbe durch L L hinter der Platte m, Fig. 2 und 4. Durch die kleinen Oeffnungen a in den Seitenplatten zieht die Flamme, welche m erwärmt hat, weiter und entweicht sodann durch den Raum R′ S′, Fig. 5 an dem obern Theile der Seitenplatte in die Esse P Q, welche zwischen je zwei Oefen liegt. Ein Theil dieser Flamme wird durch die Oeffnungen b b vor die vordere Platte in den Raum R, Fig. 4 geführt.

Was denjenigen Theil der Flamme betrifft, welcher unter der Bodenplatte weg in den Raum K sich erhebt, so nimmt diese, je nachdem die horizontale Platte T T′, Fig. 5 die Lage t t′ oder T T hat, den Weg V V T′ X′ T oder V V J t, um hierauf in die Esse zu steigen. Im ersteren Falle erwärmt sie vorzüglich den hinteren Theil der Seitenplatte, im andern den vordern Theil derselben. Die Platte J J′ ist mithin auf den Leisten X X an den Seitenplatten beweglich, und kann sie mittelst eines Hakens, den man von X nach T einführt, nachdem der Barnstein X, Fig. 5 und J weggenommen ist, hin und her bewegen. Durch die Oeffnung, welche durch das Fortnehmen dieses Barnsteines entsteht, kann auch die Sohle der Esse gereinigt werden.

Die kleineren Löcher r r in den Thüren des unteren Canals, Fig. 1 correspondiren mit Oeffnungen in der entgegengesetzten Seite des Apparates, welche Oeffnungen hergestellt werden, indem man den Barnstein S″ Fig. 5 in der äußeren Mauer fortnimmt. Man kann hierdurch in den Flammencanal atmosphärische Luft von außen zuführen, und dadurch, je nachdem man mehr oder weniger die atmosphärische Luft zuläßt und damit die Flamme verstärkt, kann für die verschiedenen Oefen jeder beliebige Grad der Wärme hervorgebracht werden. Der Zug steht ferner nach Gefallen der Register R″, Fig. 1, welche in einfachen Platten bestehen, die in der Esse P Q liegen und von außen beweglich sind, zu reguliren. Die durch die Figuren 17, 18, 19, 20 dargestellte kleine Maschinerie dient, die in die Löschkästen gezogenen braunen Kohlen zum Aufgeben nach der Hohofengicht zu transportiren. Figur 17 ist die vordere Ansicht der Maschinerie, Fig. 18 der Grundriß und Fig. 19 die Seitenansicht. Auf zwei entgegengesetzten Seiten des Löschkastens sind nämlich Zapfen angebracht. Diese werden durch Haken gefaßt, und mittelst eines kleinen Wellbaums und Ketten, durch die der Haken daran befestigt ist, kann ein Arbeiter, mit Hilfe eines Getriebes, den Löschkasten bis zum Niveau der Gicht

in die Höhe ziehen. Die ganze Vorrichtung ist an einem gußeisernen Wagen befestigt, und steht mittelst desselben auf dem Schienenwege b b, Fig. 5 zu transportiren. Vermöge des Sperrhakens, Fig. 20, wird der Löschkasten in der ihm zu gebenden Höhe erhalten.

Das zu verkohlende Holz wird in die Oefen durch die in der oberen Platte derselben befindliche Oeffnung gebracht Diese wird darauf mittelst eines Deckels verschlossen, verkittet und der Deckel mit einem Gewichte versehen, sodaß ihn der gewöhnliche Druck der Dämpfe nicht zu heben vermag. Das Holz verliert im Anfange der Operation sein Wasser; gleichzeitig, namentlich aber etwas später, erleidet dasselbe eine vollständige Verkohlung.

An der Intensität der entweichenden Dämpfe und Gase erkennt der Arbeiter, in Betracht der Zeit, seitdem der Ofen gefüllt ist, ob derselbe zu stark oder zu wenig erhitzt ist, und regulirt danach den Wärmegrad mittelst der verschiedenen Oeffnungen und Schieber.

Auf der Mehrzahl der Hütten wird die Verkohlung ungefähr bis zu ein und demselben Grade fortgesetzt. Anfänglich bestimmt der Arbeiter das Ende der Verkohlung nach der Farbe und der sonstigen Beschaffenheit der entweichenden Gase; späterhin aber, wenn das Verfahren mehr und mehr regulirt ist, richtet man sich allein nach der Dauer der Operation. Im Allgemeinen wird die Verkohlung unterbrochen, wenn den schwarzen dicken Dämpfen ein hellerer und stechend riechender Rauch folgt. Dann hat das Holz einen Theil seiner flüchtigen Bestandtheile verloren, während ein anderer Theil derselben noch darin zurückgeblieben ist; indessen entspricht dieser Zeitpunkt keiner völlig bestimmten Beschaffenheit des Holzes, indem keine natürliche Grenze da ist, wie bei dem Darren oder der gewöhnlichen Verkohlung. Bei der Bereitung der braunen Kohlen ist mithin der Schluß der Operation nicht völlig bestimmt, vielmehr ist die Grenze, bis zu welcher die Verkohlung getrieben wird, annoch empirisch, ohne genau zu wissen, ob sie nicht vortheilhafter mehr oder weniger fortzusetzen sei. Die Dauer der Operation variirt zwischen ziemlich weiten Grenzen. In der ersten Zeit des Verfahrens, als man nur eine geringe Anzahl Oefen hatte, war die Operation in der Regel nach zwei Stunden beendet; jetzt aber, wo man mehrere Oefen angelegt hat, dauert sie 4 bis 8 Stunden. Es ist zweckmäßig, daß die Verkohlung langsam betrieben wird, weil bei der langsamen Verkohlung weniger Kohlenstoff verloren geht, als bei der schnellen, auch weil durch erstere das Volumen des Holzes mehr vermindert wird, ein Umstand, der auf den Hohofenbetrieb sehr vortheilhaft wirkt. Die Dämpfe, welche sich während der Operation entwickeln, enthalten außer Wasser die anfänglichen Produkte der gewöhnlichen Verkohlung. Sie haben einen unangenehmen Geruch und belästigen die Arbeiter und die benachbarten Bewohner. Bis jetzt hat man noch nichts gethan, um die Unannehmlichkeit dieser Dämpfe zu beseitigen, vielmehr hat man diese ohne Weiteres in die freie Luft entweichen lassen. Es scheint jedoch angemessen, in dieser

Hinsicht behufige Maßregeln zu ergreifen, und die Dämpfe entweder zu verbrennen, oder sie in solche Höhe zu leiten, daß sie sich zertheilen, bevor sie auf die Erde zurückfallen.

Die durch die Verkohlung des Holzes in dem oben beschriebenen Apparate gewonnenen braunen Kohlen stehen hinsichtlich ihrer Beschaffenheit zwischen dem gedarrten Holze und den gewöhnlichen Meilerkohlen. Dieselben sind den Bränden oder unvollständig verkohlten Holzstücken ähnlich, welche bei der gewöhnlichen Meilerverkohlung vorkommen. Ihre Oberfläche ist schwarz, und ihr Inneres mehr oder weniger gebräunt. Uebrigens sind nicht alle Stücke aus einem Ofen in völlig gleichem Zustande. Die dünnen Stücke und die weichen Hölzer sind immer etwas mehr verkohlt, als die stärkeren Stücke und die harten Holzarten. Die ganz dünnen Splitter und die Stockhölzer pflegen ganz verkohlt zu sein, sodaß sie leicht zerbrechlich sind; die die Stücke von mittlerer Stärke sind auf der Oberfläche schwarz, im Innern dunkelbraun; die stärkeren Stücke zeigen im Innern noch unveränderte Theile, woraus hervorgeht, daß die Verkohlung nicht bis in die Mitte gedrungen ist. Man sieht hieraus, wie nothwendig es ist, daß sämmtliches Holz womöglich von mittlerer Stärke ist, oder daß wenigstens Hölzer von verschiedener Stärke in verschiedene Sortimente separirt, und jedes Sortiment für sich behandelt wird. Diese Separation erfordert zwar etwas Arbeit, indessen macht sie sich dadurch bezahlt, daß den Verlusten einer zu ungleichartigen Verkohlung vorgebeugt wird. Diese Separation ist vorzüglich dann zweckmäßig, wenn die Verkohlung gleichzeitig für Hohöfen und Frischfeuer betrieben wird. Für letztere reservirt man in diesem Falle die dünnen Sortimente, welche bei den Hohöfen nicht mit gleich gutem Erfolge angewendet werden.

Durch die Bereitung der braunen Kohle verliert das zerkleinte grüne Holz dem Volumen nach zwischen 35 und 40 Proc.; die braunen Kohlen indessen, welche zu Jenac bei den Frischfeuern angewendet werden, sind etwas mehr verkohlt, und beträgt hier die Verminderung des Volumens 50 Procent. Der Verlust am Gewicht ist nicht genau bekannt, da das zu verkohlende Holz sowohl, wie die braunen Kohlen nur gemessen, nicht aber gewogen werden. Nach Versuchen von Sauvage hat Holz, 10 Monate nach der Hauung, das unter freiem Himmel aufbewahrt war, durch Bereitung zur braunen Kohle dem Gewichte nach 52 Procent verloren, während sich das Volumen um 42 Proc. verminderte. Dieses Holz mochte 25 — 30 Proc. Wasser enthalten, sodaß 22 — 27 Proc. des Gewichts an brennbaren Bestandtheilen durch die Braunverkohlung verflüchtigt waren.

Die bei den obigen Versuchen gewonnenen braunen Kohlen entsprechen nach Sauvage 28 Procent ihres Gewichts Kohlenstoff, d. h. 100 Gewichtstheile von jenen braunen Kohlen vermögen ebenso viel Wärme zu entwickeln, als 58 Gewichtstheile Kohlenstoff. Rechnet man nun so, wie beim lufttrockenen Holze geschieht, so findet man für

die braunen Kohlen, deren Verkohlung bis zu einem Volumenverluste von 40 Proc. fortgesetzt ist, d. h. für braune Kohlen, so wie sie bei dem Hohofenbetriebe angewendet zu werden pflegen: 1) daß 1 Kilogramm braune Kohlen so viel Hitze entwickeln vermögen, als 0,66 Kilogramm gewöhnliche Kohlen, vorausgesetzt, daß beide Sortimente Kohlen aus derselben Gattung Holz bereitet sind; 2) daß die Quantität braune Kohlen, welche aus einer Stère Holz bereitet ist, ebenso viel Wärme zu entwickeln im Stande ist, als 0,49 Cub.-Meter gewöhnliche Kohle aus demselben Holze. Eine Stère lufttrockenes Holz giebt dieselbe Wärmemenge als 0,64 Cub.-Meter gewöhnliche Kohle. Die Differenz der beiden Zahlen 49 und 64 ist durch die verschiedenen Verluste an brennbaren Bestandtheilen bei der Verkohlung bedingt. Hiernach würden, wenn die braunen Kohlen in den Hohöfen ebenso nützlich verbrennten, als die gewöhnlichen Kohlen, die Anwendung der braunen Kohlen, in Beziehung auf Ersparung an Brennmaterial, einer Auskohlung im Walde entsprechen, welche, anstatt, wie dies wirklich der Fall ist, 29 Procent, 49 Procent dem Volumen nach geben. Die Ersparung an Brennmaterial, welche durch die Anwendung der braunen Kohlen hervorzubringen stände, würde mithin durch die Differenz der beiden Zahlen 49 und 29 gemessen, d. h. dieselbe würde 41 Procent von dem ursprünglichen Verbrauche bei einem Hohofen betragen, den man allein mit braunen Kohlen, ohne Zusatz von gewöhnlichen Kohlen, betriebe. Die Ersparung von 41 Procent ist hiernach die äußerste Höhe, welche durch Anwendung der braunen Kohlen, die nach dem üblichen Verfahren bereitet sind, erreicht werden kann. In der Wirklichkeit ist man indessen unter dieser Höhe geblieben, weil die braunen Kohlen in den Hohöfen weniger nützlich verbrennen, als die gewöhnlichen Kohlen, d. h. weil bei den braunen Kohlen aus der Gicht, wie dies aus der Gichtflamme erkannt wird, eine größere Menge brennbarer Gase entweichen, als bei den gewöhnlichen Kohlen.

Nimmt man die mittlere Dauer einer Operation zu 8 Stunden, das Einfüllen und Entleeren mitgerechnet, an, so wird die Verkohlung angemessen langsam betrieben. In einem Ofen können dann täglich drei Operationen beschafft werden. Wenn nun der Gehalt eines Ofens = 0,8 Cub.-Meter, so faßt derselbe ungefähr ¾ Stère zerkleinertes Holz. Mit einem Ofen können daher täglich in drei Operationen 2¼ Stèren Holz verkohlt werden. Ein Hohofen aber, der täglich 3000 Kilogrammen Eisen producirt, und allein mit braunen Kohlen gespeist wird, consumirt täglich 36 — 45 Stèren Malterholz (nämlich 12 — 15 Stèren zu 1000 Kilogrammen) und erfordert mithin 16 — 20 Oefen von obigem Inhalte.

Die Kosten der Darstellung der braunen Kohle betragen exclus. des Anfahrens und Zerkleinerns des Holzes: Zur Bedienung des Apparates sind in 24 Stunden 4 Arbeiter in 12stündigen Schichten nöthig. Sie füllen und entleeren die Oefen und geben ferner die braunen Kohlen auf. Beim Betriebe mit gewöhnlichen Kohlen sind allein 3

Arbeiter nöthig, als 2 Aufgeber und 1 Kohlenanrücker. Bei dem Betriebe mit braunen Kohlen fehlt der letztere, und haben außerdem die Aufgeber weniger zu thun. Der Betrieb mit braunen Kohlen nimmt daher 3 Arbeiter mehr in Anspruch als mit gewöhnlichen Kohlen. Diese 3 Arbeiter, von denen jeder ein Schichtlohn von 1 Franc 50 Cent. erhält, und die insgesammt 4 Francs 30 Cent erhalten, können füglich den Tag 40 Stèren Holz verkohlen. Dies bringt pro Stère Malterholz 12 Centimes; jedoch wollen wir, da ein Hohofen gewöhnlich den Tag keine 40 Stèren Holz verbraucht, 15 Centimes annehmen. Ferner verursacht jeder Ofen einen Kostenaufwand von ungefähr 1000 Francs; nimmt man von diesem Anlagecapital 10 Proc. Zinsen = 100 Francs, so bringt dies, da ein Ofen pro Tag $2\frac{1}{4}$ Stèren oder das Jahr von 330 Arbeitstagen 750 Stèren verkohlt, pro Stère 0,133 Francs oder etwa 0,15 Franc. Von jedem Hohofen wird pro Jahr 1200 Francs Prämie für den Patentinhaber erhoben; wenn nun ein Hohofen jährlich 1 Million Kilogramm Eisen producirt und dabei 12—15000 Stèren Holz consumirt, so beträgt die Prämie 10 — 12 Centimes pro Stère. Die Kosten der Braunverkohlung belaufen sich daher ungefähr auf 0,40 Franc die Stère, als:

An Löhnen	0,15	Franc,
an Zinsen und Unterhaltung des Apparates	0,15	„
an Prämie für den Patentinhaber . . .	0,10	„
Summa:	0,40	Franc.

Weil der halbverkohlte Zustand des Holzes ebenso wenig ein bestimmter Zustand desselben ist, wie der des gedarrten Holzes, so muß, um eine zuverlässige Vergleichung des Betriebes bei Holzkohlen mit dem bei der Anwendung des halbverkohlten Holzes zu erhalten, eine Reduction von beiden Zuständen auf lufttrockenes Holz, also auf das Holz in demjenigen Zustande stattfinden, in welchem es gewöhnlich zur Verkohlung abgegeben wird. Uebrigens wird unter der Benennung halbverkohltes Holz derjenige Zustand des Holzes verstanden, in welchem es bei der trockenen Destillation noch nicht alle flüchtigen Bestandtheile verloren hat und in einen kohlenartigen Körper von brauner Farbe verwandelt worden ist.

Die Darstellung der braunen Kohle nach obiger Art hat noch viele Mängel; durch den Transport des Holzes zu den Verkohlungsapparaten entstehen nicht unbedeutende Kosten, wie dies ebenfalls durch die, bei diesem Processe durchaus nöthige Zerkleinerung des Holzes der Fall ist; der größte Mangel bleibt aber der, daß man durchaus kein gleichartiges Produkt erhält; dasselbe fällt nicht bloß in verschiedenen Kästen, je nachdem sie näher oder entfernter von der Feuerstätte liegen, sondern sogar in einem und demselben Kasten verschieden aus. Deßhalb kann man diese Verkohlungskästen auch nicht, wie dies öfter versucht worden ist, zur gänzlichen Verkohlung des Holzes und Erzeugung von Schwarzkohle benutzen.

Sauvage hat noch eine Methode zur Erzeugung der braunen Kohle in Meilern mit Anwendung von Gebläseluft versucht; die Versuche entsprachen ihrem Zwecke nicht und er erhielt nur ein, von allem hygroskopischen Wasser befreites gedarrtes Holz Obgleich völlig gedarrtes Holz nun weniger an Transportkosten erfordert, so tritt doch der Uebelstand unvermeidlich wieder ein, daß das gedarrte Holz, bevor es zur Anwendung im Hohofen gelangt, wieder im höheren Grade Feuchtigkeit an sich zieht; ja gedarrtes Holz ist in bei weitem höheren Grade hygroskopisch, als die braune Kohle, welche letztere bekanntlich nur eine geringe Menge Feuchtigkeit aus der Luft anzieht.

Versuche von Houpeau und Farcot haben gezeigt, wie Schinz in seinem „Leitfaden der Wärmemessung" angiebt, daß Holz, welches nicht ganz verkohlt, aber soweit geröstet ist, daß es dunkelbraun wird und sich leicht zerbrechen und pulverisiren läßt, mit größtem Vortheil für die Ausbringung des Gußeisens in Hohöfen angewendet werden kann, indem 1000 Kilogramme Gußeisen so viel Kohlen bedürfen, als man aus 21 Stèren Holz erhält, da hingegen 11 Stèren Holz, auf obige Weise geröstet, denselben Effect hervorbringen. Diese ebenso interessante, als ökonomisch vortheilhafte Entdeckung hat auch weitere Versuche veranlaßt, welche über den Verkohlungsproceß im Allgemeinen einiges Licht verschafft haben. So hat Sauvage folgende Versuche angestellt:

1 Pfd. Holz bei 100° getr. gab 0,72 Pfd.	1 Pfd. Holz 3 Stunden destill. gab 0,65 Pfd.	1 Pfd. Holz $4\frac{1}{4}$ Stnd. destill. gab 0,53 Pfd.	1 Pfd. Holz 5 Stunden destill. gab 0,47 Pfd.	1 Pfd. Holz $5\frac{1}{2}$ Stnd. destill. gab 0,41 Pfd.	1 Pfd. Holz $6\frac{1}{2}$ Stnd. destill. gab 0,39 Pfd.	1 Pfd. Holz völlig verkohlt gab 0,17 Pfd.
enthalten an Kohlenstoff:						
0,375	0,314	0,20	0,27	0,25	0,25	0,14
durch schnelle und lebhafte Calcination gaben diese Rückstände Kohle:						
0,126	0,124	0,137	0,173	0,174	0,184	0,13
es ergab sich demnach ein Verlust an Kohlenstoff:						
0,249	0,251	0,238	0,202	0,201	0,191	0,245

Es geht aus diesen Versuchen, in Beziehung auf den Verlust an Kohlenstoff, mit Bestimmtheit hervor, daß je langsamer und allmähliger das Wasser oder die Elemente desselben aus dem Holze ausgetrieben werden, desto geringer ist der Verlust an Kohlenstoff; am größten war er, als das Holz zuerst drei Stunden destillirt und dann rasch verkohlt wurde, dann folgt der Fall, wo das Holz zuerst getrocknet wurde; man muß also annehmen, daß der Destillationsproceß zu rasch begonnen habe, und das beste Resultat wäre daher erzielt worden, wenn man zuerst das Holz getrocknet hätte und dann erst allmählig destillirt, indem man die Hitze endlich bis zum Rothglühen steigert.

Die nun zur praktischen Anwendung gekommenen Holzkohlen, Rohkohlen oder Rothkohlen genannt, gaben 57 Proc. dem Gewichte nach von dem angewandten Holze und enthalten demnach 53 — 65 Proc. Kohlenstoff. Ihr Nutzeffect ist etwas mehr (0,535), als die Hälfte eines gleichen Gewichtes Meilerkohle.

Ursprünglich wurde die Rothkohle in gußeisernen Cylindern bereitet, welche durch die abgehende Gichtflamme über dem Hohofen erwärmt wurden; allein auch diese Verbesserung in der Oekonomie wäre für sehr viele Lokalitäten ganz unanwendbar geblieben, wenn nicht eine Methode erfunden worden wäre, durch welche diese Holzröstung ebenso gut im Walde vorgenommen werden konnte, weil die Mehrkosten des Transports zum Hohofen die Ersparniß an Kohlenstoff überwogen haben würde.

Die Methode, wodurch die Holzröstung im freien Felde ausgeführt wird, besteht in Folgendem: Man richtet einen wohl geebneten langen und viel weniger breiten Platz zu, zieht durch die Mitte, der Länge nach, einen 0,7 Fuß tiefen und ebenso breiten Graben, und bedeckt diesen mit gußeisernen Platten, welche mit kleinen Oeffnungen versehen sind. Mitten auf diesem gedeckten Graben wird nun das Holz zu einem ebenso langen Prisma zusammen gelegt, welches wie ein Meiler mit Laub und Lösche zugedeckt wird. Vorn an dem Canale wird ein kleiner Herd angebracht, in welchem die Verbrennung durch ein kleines Windflügelgebläse unterhalten wird; die heißen Verbrennungsprodukte treten nun durch die Oeffnungen in den gußeisernen Deckplatten in den Holzhaufen, und durch Einstechen der Sanddecke über demselben wird nun der Zug geleitet, wo man ihn haben will. Der Aufwand an Brennmaterial beträgt $\frac{1}{10}$ von dem gerösteten Holze. Diese zweckmäßige und einfache Methode würde gewiß auch für die totale Verkohlung anwendbar sein, und dadurch die Arbeit viel erleichtert und das Endresultat günstiger werden.

8. Ueber die zweckmäßige Behandlung des Holzes als Brennmaterial durch das Trocknen und Dörren.

(Nach Kirn aus Karsten's Archiv 3. Band, 1. Heft 1831.)

Ein mehrjähriger Betrieb von Eisenwerken und Glashütten gab mir Gelegenheit, über die Natur und Anwendung des Holzes als Brennmaterial genaue Beobachtungen und Versuche anzustellen, und weil ich mich oft überzeugte, wie durch unrichtige Behandlung eine große Menge Holz, sowohl im Kleinen, als bei technischen Anwendungen im Großen, ohne die beabsichtigte Wirkung verbrannt wird, so halte ich es nicht für überflüssig, bei dem immer steigenden Werthe desselben, meine Erfahrungen mitzutheilen.

Außer den die Holzmasse bildenden Bestandtheilen hat das Holz, theils während seines Pflanzenlebens, theils nach dessen Beendigung, durch Kapillarwirkung seiner Röhrengefäße, eine mehr oder minder große Menge Wasser angezogen, welches bei dem Verbrennen desselben

berücksichtigt werden muß, weil es dabei in Dampf verwandelt und verflüchtigt wird. Bei der Anwendung des Holzes als Brennmaterial unterscheidet man gewöhnlich vier verschiedene Zustände, in welche es vor der Anwendung gebracht werden muß, und zwar:

1) Das Holz wird bloß in bestimmte Maße geschnitten, zerspalten und auf regelmäßige Haufen geschichtet — in diesem Zustande nennt man das Brennholz roh.

2) Ist aus dem rohen Brennholze das Wasser, durch Anwendung von Sonnenwärme und Schutz vor Regen und Schnee, zum großen Theile verdampft, so nennt man dasselbe getrocknet oder lufttrocken.

3) Wird diese Verflüchtigung der Feuchtigkeit, wie es in vielen Fällen nothwendig ist, durch künstliche Wärme in einem höheren Grade bewirkt, so nennt man das Brennholz gedörrt.

4) Entfernt man endlich, durch eine noch höhere Steigerung der Temperatur, die flüchtigen Bestandtheile, welche die Holzfasern zersetzen, so bezeichnet man diese Operation mit der Benennung das Verkohlen des Holzes.

Obgleich jede Anwendung von rohem Brennmaterial sehr unvortheilhaft ist, wenn man höhere Hitzgrade hervorbringen, oder an Brennmaterial ersparen will, so ist es doch häufig der Fall, daß es dann angewendet wird, wenn nur von niederen Temperaturen die Rede ist, z. B. in Stubenöfen, Pottaschsiedereien ꝛc. Sollen höhere Hitzgrade hervorgebracht werden, so muß das Holz vorher wenigstens getrocknet, in den meisten Fällen aber gedörrt werden, z. B. bei der Anwendung in Porzellanöfen, in den Flammenöfen zum Frischen und zum Umschmelzen von Roheisen, in den Glasöfen ꝛc. Sollen endlich in größeren Räumen die höchsten Hitzgrade erregt, und zugleich Reductionen oxydirter Körper bewirkt, oder in sehr kleinen Räumen hohe Temperaturen hervorgebracht, und in beiden Fällen die größt möglichste Hitze auf einen Punkt concentrirt werden, so muß das Holz im verkohlten Zustande angewendet werden.

Weder die äußerst verschiedene Wirkung des Holzes und der Holzkohle beim Verbrennen, noch der Brennmaterialien-Aufwand beim Dörren und Verkohlen desselben im Großen, sind, so viel mir bekannt, mit hinreichender Genauigkeit bestimmt, und ebenso wenig die Gründe der Verschiedenheit nachgewiesen, weßhalb ich auf der königl. württembergischen Glashütte Schönmünzach mehrere Versuche anstellte. Das zu diesen Versuchen angewendete Holz war 3 Fuß lang, die Klafter 6 Fuß weit und 6 Fuß hoch, mithin enthielt dieselbe 108 Kubikfuß.

Bei der Art, wie das Holz gespalten wird, ergeben sich aus $3\frac{1}{2}$ Klafter ungespaltenen, $4\frac{1}{3}$ Klafter gespaltenes Holz, welche gerade einen der unten näher beschriebenen Holzdörröfen füllen. Beim Spalten dieses Holzquantums blieben durchschnittlich 20 Kubikfuß Späne und Rinden zurück, welche nachher als Brennmaterial zum Dörren des Holzes benutzt wurden.

Versuch 1. Bei diesem Versuche wurde tannenes Holz, welches im Frühjahr gehauen, den Sommer über an einer luftigen mittäglichen Stelle am Wasser gestanden, im darauf folgenden Frühjahre auf eine Entfernung von 3 Stunden geflößt, dann sogleich gespalten, und das Frühjahr über unter Dach gestellt worden. Nachdem einer der unten beschriebenen Holzdörröfen mit diesem Holze gefüllt worden, ließ ich 20 Kubikfuß trockne Späne und Rinden, welche sich beim Spalten ergeben hatten, und nach einer ziemlich zuverlässigen Schätzung etwas über 4 Kubikfuß Holzmasse enthalten können, beibringen, einige Schaufeln voll davon auf den Herd des Ofens legen und anzünden; dann ein Scheit Tannenholz auflegen, und so das Feuer wechselweise mit Spänen und mit Scheitholz unterhalten. In 34 Stunden war das Holz vollständig gedörrt und für den Glasofen brauchbar. Dieser Versuch wurde noch drei Mal wiederholt; das Resultat dieser drei Versuche war: Ein Aufwand von Spänen und Rinden von 4 Kubikfuß, 10 Scheite, welche einen Inhalt von 13 Kubikfuß hatten, oder weil nach der Erfahrung 144 Kubikfuß sehr grob gespaltenes Holz 100 Kubikfuß Holzmasse enthalten; eine Holzmasse von 6 Kubikfuß, also

Späne und Rinden . .	4 Kubikfuß,
an 10 Scheiten Holz . .	9 Kubikfuß.
Summa:	13 Kubikfuß.

Weil aber $3\frac{1}{2}$ dreifußige Klaftern 262 Kubikfuß Holzmasse enthalten, so wird der 20. Theil des zu verbrennenden Holzes zum Dörren verwendet.

Versuch 2. Von eben diesem Holze, welches aber auf der Winterbahn beigebracht, mithin nicht geflößt worden war, wurden wiederum drei Oefen gefüllt und ebenso behandelt, wie jenes beim ersten Versuche. Nach 36 Stunden war das Holz vollständig gedörrt. Es wurden dazu verwendet an Abfällen . . 4 Kubikfuß,

an Scheitholz . .	$10\frac{1}{2}$ Kubikfuß.
Summa:	$14\frac{1}{2}$ Kubikfuß,

mithin nicht ganz der 19. Theil.

Versuch 3. Ich ließ 3 Darröfen mit gespaltenem Buchenholze, welches vom Einschlagen an, genau ebenso, wie das bei den beiden ersten Versuchen angewendete behandelt worden war, füllen, und auf dieselbe Art heizen.

Der Holzaufwand betrug an Abfällen .	4 Kubikfuß,
an Tannen-Scheitholz.	$12\frac{1}{2}$ Kubikfuß.
Summa:	$16\frac{1}{2}$ Kubikfuß.

Die Operation dauerte vollständig 40 Stunden und kostete etwas über den 16. Theil an Brennmaterial.

Versuch 4. Ebenso ließ ich 3 Oefen mit Ast- und Knüppelholz, und zwar den einen mit buchenen, den andern mit birkenen, und den dritten mit tannenen Prügeln, welche sämmtlich, vom Einschlagen an,

nach obigen Grundsätzen behandelt worden waren, füllen. Der Aufwand zum Dörren betrug:

Abfälle . . . . . 4 Kubikfuß,
Tannen-Scheitholz . $12\frac{1}{2}$ Kubikfuß.
Summa: $16\frac{1}{2}$ Kubikfuß.

Das Holz war ebenfalls in 40 Stunden brauchbar; übrigens zeigte sich kein bedeutender Unterschied bei dem Dörren der verschiedenen Holzgattungen. Weil aber eine Klafter Prügel von 2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser mindestens $\frac{1}{5}$ weniger Holzmasse enthält, als eine Klafter Scheitholz, so wurden bei dem Astholze etwas über $\frac{1}{13}$ des gedörrten Holzes verwendet.

Diese vier Versuche sollen Normal-Versuche heißen, weil sie mit der äußersten Sorgfalt immer dreifach und unter den günstigsten Umständen, jedoch ohne Auswahl des Holzes, angestellt wurden, mithin als praktische Resultate anzusehen sind. Sie wurden im Monat Juni 1830 bei einem Thermometerstand von 14 — 16 Grad angestellt.

Versuch 5. Um zu erfahren, welchen Einfluß das Füllen des Holzes in den Wintermonaten auf dasselbe habe, ließ ich wieder drei Oefen mit Tannen-Scheitholz füllen, welches im Monat November gefällt, in einer nordwestlichen Halde aufgeklaftert, dann an einem luftigen Ort ans Wasser gestellt, und im Monat Mai des darauf folgenden Jahres geflößt, sogleich gespalten worden, und dann bis zum Monat August unter Dach gestanden hatte; mithin nur allein in Beziehung auf die Fällungsperiode von jenem im Versuche Nr. 1 verschieden war.

Schon beim Spalten desselben hatte sich gezeigt, daß Waldinsecten nicht nur zwischen der Rinde und dem Holze ihr Unwesen getrieben und durch unzählige Gänge die erstere von letzterem getrennt hatten, sondern daß auch das Holz selbst schon häufig durchbohrt war. Es verlor daher auch schon beim Flößen viele Rinden, sodaß die Abfälle von $3\frac{1}{2}$ Klafter nur 16 Kubikfuß betrugen. Zum Dörren wurden

Abfälle . . . . . 4 Kubikfuß,
Tannen-Scheitholz . $12\frac{1}{4}$ Kubikfuß.
Summa: $16\frac{1}{4}$ Kubikfuß,

mithin der 16. Theil des gedörrten Holzes verwendet.

Das Holz war erst nach Verlauf von 41 Stunden brauchbar.

Versuch 6. Um zu erfahren, welchen Einfluß es auf das Holz habe, wenn es längere Zeit ungespalten stehen bleibt, wurde tannenes Scheitholz, welches ganz wie in dem Versuche 1 behandelt worden war, erst unmittelbar vor dem Gebrauche gespalten, und sogleich nach dem Spalten wurden drei Oefen damit gefüllt. Zum Dörren waren erforderlich:

Abfälle . . . . . 4 Kubikfuß,
Tannen-Scheitholz . $11\frac{1}{2}$ Kubikfuß.
Summa: $15\frac{1}{2}$ Kubikfuß.

Der Versuch war in 38 Stunden beendigt.

Versuch 7. Weil es sich sehr nachtheilig für das Astholz zeigt, wenn es längere Zeit ungespalten stehen bleibt, so wurde ein Ofen mit buchenem und tannenem Astholze, welches ganz wie bei dem vorstehenden Versuche behandelt worden war, besetzt. Der Aufwand betrug an

Abfällen . . . . 4 Kubikfuß,
Tannen-Scheitholz . 16 Kubikfuß.
Summa: 20 Kubikfuß.

Erst nach Verlauf von 46 Stunden war das Holz brauchbar, jedoch minder tauglich, als bei dem Versuche Nr. 4, weil vorzüglich die buchenen Aeste schon Spuren von Fäulniß zeigten, und hier und da mit Schwämmchen bewachsen waren. Die Versuche 5 bis 7 wurden bei einem Thermometerstand von + 15 bis 18 Grad angestellt.

Versuch 8. Bei einem Thermometerstand von 12 Grad unter 0 wurden im Monat December 1829 3 Oefen mit Holz gefüllt, welches im Monat November desselben Jahres gefällt, mithin noch ganz grün war. Nach Verlauf von 56 Stunden war es nur sehr nothdürftig brauchbar, indem die einzelnen etwas stärkeren Stücke immer noch einen nassen Kern hatten, und veranlaßte einen Aufwand

an Spänen von 4 Kubikfuß,
an Scheitholz von 28 Kubikfuß.
Summa: 32 Kubikfuß.

Da indeß, wie der 10. Versuch nachweisen wird, 9 Kubikfuß auf Rechnung der niedrigen Temperatur zu setzen sind, so beträgt der Aufwand im Sommer 23 Kubikfuß.

Versuch 9. Unter den in vorstehendem Versuche benannten Verhältnissen wurden drei Dörröfen mit Tannen-Scheitholz gefüllt, welches in den Wintermonaten 1828 gefällt war, lange in einem nördlich gelegenen Dunkelschlag gestanden hatte, erst im Winter 1829 auf der Schneebahn beigebracht worden war, und deßhalb schon bedeutende Spuren von Fäulniß zeigte. Der Holzaufwand zum Dörren betrug

an Holzabfällen . 4 Kubikfuß,
an Scheitholz . . . 30 Kubikfuß.
Summa: 34 Kubikfuß,

wobei zu bemerken ist, daß zwei dieser Oefen nach Verlauf von 50 bis 55 Stunden in Brand geriethen, und deßhalb der Versuch abgebrochen werden mußte; nur bei dem dritten Ofen wurde die Operation 60 Stunden fortgesetzt, wobei man zwar ein trockenes, aber äußerst leichtes und für den Glasofen fast unbrauchbares Holz erhielt.

Versuch 10. Um auszumitteln, welchen Einfluß die Temperatur der Atmosphäre auf das Holzdörren habe, füllte ich im Februar 1830 drei Oefen mit Tannen-Scheitholz, welches ebenso, wie im ersten Versuche behandelt worden war, bei einem Thermometerstande von 16 Grad unter 0. Obgleich die Oefen immer warm erhalten waren, so betrug der Holzaufwand doch

an Abfällen . . . . 4 Kubikfuß,
an Tannen-Scheitholz 19 Kubikfuß.
Summa: 23 Kubikfuß,

indeß war das Holz in 40 Stunden ganz dürr und gut.

Bei allen diesen Versuchen betrug die in den Holzdörröfen hervorgebrachte Temperatur, oben im Ofen zwischen 60 und 70°, auf dem Boden desselben von 55 bis 60°, auf welcher Höhe sie so viel als möglich während des ganzen Verlaufs der Versuche erhalten wurde, weßhalb bei nassem Holze in gleicher Zeit mehr Brennmaterial angewendet werden mußte, als bei trockenem. Die Temperaturen sind sämmtlich nach Réaumurschen Graden angegeben.

Um zu bestimmen, ob das Holz vollkommen wasserfrei sei, ward hart calcinirte, fein gepulverte Pottasche auf Fließpapier auf eine kalte Steinplatte in den Ofen gebracht. Zog die Pottasche noch im mindesten Wasser an, so wurde die Operation so lange fortgesetzt, bis sie ganz trocken blieb. Dann war auch das Holz völlig wasserfrei. Aus diesen Versuchen ergaben sich nun folgende Resultate:

1) Nadelholz in Scheiten, welches im Frühjahre gefällt, sogleich nach dem Fällen soviel möglich der Einwirkung der Sonnenwärme und trockenen Luft ausgesetzt, längstens nach Ablauf eines Jahres (vom Fällen an) gespalten, dann, wenn es möglich ist, unter Dach, oder doch wenigstens auf einem, der Sonnenwärme und dem Luftzuge ausgesetzten Platze regelmäßig aufgesetzt worden, hernach die Sommermonate hindurch daselbst stehen geblieben, also $1\frac{1}{2}$ Jahr alt geworden war, läßt sich in der kürzesten Zeit und mit dem mindesten Brennmaterialien-Aufwande dörren.

2) Der Zeit- und Brennmaterialien-Aufwand ist bei dem geflößten Holze etwas geringer, als bei jenem, welches den Einwirkungen des Wassers beim Flößen nicht ausgesetzt war.

3) Gut behandeltes buchenes Scheitholz erfordert $\frac{1}{4}$ mehr Brennmaterial zum Dörren, als ebenso behandeltes tannenes Scheitholz.

4) Ist es höchst nachtheilig, das Holz länger in runden Stücken ungespalten liegen zu lassen. Die Nachtheile scheinen bei Holz von geringerem Durchmesser und bei Laubholz so groß, daß das Holz, wenn es nicht sehr sorgfältig vor Nässe bewahrt wird, in Fäulniß übergeht. Der Brennmaterialien-Aufwand, welcher zur Entfernung des Wassers nöthig ist, kann durch diese nachtheiligen Verhältnisse mehr als verdoppelt, und bis über $\frac{1}{3}$ des zu dörrenden Holzes gebracht werden.

5) Tannene, buchene, birkene Aeste erfordern zum Dörren gleichviel Zeit und Brennmaterial; das tannene Astholz $\frac{1}{4}$ des letzteren mehr, als das tannene Scheitholz.

6) Tannenes Scheitholz, welches in den Wintermonaten gehauen worden, und den Winter über im dunkeln Walde gestanden hatte, erfordert beinahe $\frac{1}{4}$ mehr Brennmaterial, als wenn es im Frühjahre gehauen und sogleich aus dem Walde geschafft worden.

7) Ganz gut behandeltes Tannen-Scheitholz, welches längere Zeit ungespalten stand, und dann vom Spalten hinweg in die Dörröfen gebracht wird, erfordert auch ungefähr $\frac{1}{4}$ mehr Brennmaterial zum Dörren, als richtig behandeltes Holz.

8) Hat die Lufttemperatur einen bedeutenden Einfluß auf das Holzdörren.

9) Kann durch die Abfälle beim Holzspalten ungefähr $\frac{1}{5}$ des zum Dörren nöthigen Brennmaterials erspart werden.

Vom Trocknen des Brennholzes an der Luft.

Soll Holz, wie es aus der Hand des Holzhauers kommt, verbrannt werden, so muß dasselbe in eine Temperatur gebracht werden, welche das Wasser in Dampf verwandelt. Dies geschieht entweder, ehe es als Brennmaterial verwendet wird, oder während des Verbrennens. In einem wie in dem andern Falle wird die hierzu erforderliche Menge Wärme an den Wasserdampf gebunden, und ist außer Stande, eine weitere Wirkung auf andere Körper zu äußern.

Geschieht dies Austreiben des im Holze enthaltenen Wassers durch künstliche Wärme, so ist der dazu erforderliche Brennmaterialien-Aufwand ziemlich gleich, das Holz mag vor dem Verbrennen oder während desselben seines Wassergehaltes beraubt werden, nur ist es im letzteren Falle, wo nicht unmöglich, doch äußerst schwierig, sehr hohe Temperaturen zu erwecken. Je mehr man durch Sonnenwärme unterstützt wird, desto weniger hat man nöthig, künstliche Wärme anzuwenden, desto wohlfeiler wird also das Holz von seinem Wasser befreit werden.

Das Trocknen ist demnach die wichtigste Vorbereitung des Brennholzes, obgleich dieselbe häufig als unwesentlich übersehen wird. So viel in dieser Beziehung der Holzkäufer thun kann, so kann der Waldeigenthümer noch weit mehr zur Verbesserung oder Verschlechterung des Holzes durch die forstwirthschaftliche Behandlung des Waldes beitragen. Vor längerer Zeit, als noch in sehr vielen Gegenden Ueberfluß an Holz vorhanden war, wurde ein Theil des Waldes nach dem andern ganz kahl niedergehauen, und dann der Vorsorge der Natur überlassen, wie sich diese kahle Stelle wieder besame. Das Brennholz wurde daselbst aufgeklaftert, und konnte auf dieser freien Stelle, den Einwirkungen von Sonne und Luft ausgesetzt, leicht austrocknen. Als man aber die Nachtheile kennen gelernt, welche diese Methode den Wald zu bewirthschaften, in Beziehung auf die Fortpflanzung des Holzes nach sich zieht, führte man eine andere ein, welche die Natur in ihrem Wirken bei Fortpflanzung der Wälder nachahmt, und ihr hilfreich unter die Arme greift. So sehr es aber auch Pflicht des guten Waldwirthes ist, die Natur in ihrem Walten zu unterstützen, und nur Stämme aus dem Walde zu nehmen, welche ihren kräftigeren Nachbarn zurückstehen mußten, oder solche, die ihre Haubarkeit erreicht haben, nachdem ihre Nachkommen soweit erstarkt sind, daß sie ohne fremden Schutz fortkommen können; ebenso ist es auch Pflicht desselben, die gehauenen Hölzer

der Zerstörung zu entziehen, welche die Natur über sie verhängt. Freier Zutritt von Wärme, Wasser und Luft sind die Bedingungen, unter welchen jeder vegetabilische Körper in Fäulniß übergeht. Dies geschieht um so schneller, je höher die Wärme bei fortwährender Einwirkung der beiden andern Körper ist. Durch Abhaltung des Wassers allein kann dem Faulen auf lange Zeit begegnet werden. Weil aber die atmosphärische Luft immer mehr oder weniger Wasser enthält, so reichen Luft und Wärme schon hin, das Holz nach und nach, jedoch erst nach Verlauf längerer Zeit, zu zerstören. Frisch gefälltes und namentlich junges Holz enthält in seinen Röhrengefäßen immer Säfte in mehr oder minder flüssigem Zustande, welche sehr bald in Essiggährung zu gerathen anfangen, und in diesem Zustande die faule Gährung bei der übrigen Holzmasse herbeizuführen pflegen. Dies geschieht bei Laubholz, welches nicht gespalten oder entrindet worden, in ganz kurzer Zeit; bei ungespaltenem Nadelholze etwas später; länger erhält sich gespaltenes Holz aller Gattungen. Werden diese Säfte, bevor sie in Gährung gerathen, so verdichtet, daß sie sich der Holzmasse assimiliren, so ist auch ihre nachtheilige Wirkung auf dieselbe aufgehoben. Dieses Eindicken geschieht, wie bei andern Flüssigkeiten, dadurch, daß man das Holz einer größern Wärme aussetzt.

Um das Holz vor Fäulniß zu bewahren, muß demselben also so bald als möglich alles Wasser entzogen werden; welches nur dadurch vollständig geschehen kann, daß das Wasser so schnell verdampft wird, daß es nicht Zeit hat, eine zerstörende Wirkung auf das Holz zu äußern. Dasjenige Wasser, welches mit den Säften des frischen Holzes innig verbunden ist, trennt sich weit schwerer davon, als jenes, welches durch Kapillarwirkung der Röhrengefäße, nach Verdichtung der Säfte von dem Holze angezogen worden; weßhalb zum Trocknen des frischen Holzes mehr Wärme erforderlich ist, als um das schon einmal trocken gewesene Holz, nachdem es wieder naß geworden, abermals zu trocknen. Wird frisches Holz sogleich nach dem Fällen ins Wasser gelegt, so lösen sich die der Holzmasse noch nicht vollständig assimilirten Säfte ganz auf und werden ausgezogen, weßhalb solches Holz zwar sehr bald vollkommen trocken wird, aber auch an seiner Masse sehr viel verloren hat. Hiernach wäre die zweckmäßigste Zeit zum Holzfällen diejenige Jahreszeit, welche der größeren Hitze vorangeht, mithin das Frühjahr; das Holz könnte daher in den Monaten März, April, Mai aufgeklaftert und dann sogleich an den Ort seiner Bestimmung gebracht werden. Obschon man sich nach und nach von der Zweckmäßigkeit dieser Fällungszeit überzeugen wird, so hat man doch erst da angefangen, im Frühjahr Holz zu fällen, wo die Zerstörung zu schnell und augenfällig vor sich ging, nämlich in Gebirgsgegenden. In solchen Gegenden tritt im Frühjahre eine solche Witterung ein, daß das Holz, welches in den Monaten Januar und Februar gefällt worden, in der Nässe gespalten und aufgeklaftert werden muß. Die in den Röhrengefäßen desselben enthaltenen noch flüssigen Säfte werden mit Wasser verdünnt,

sodaß sie sich der Holzmasse nicht mehr assimiliren können; in diesem Zustande gefriert das Holz öfters wieder ein, thauet oft auf, um wieder zu gefrieren, und muß an nördlichen und nordöstlichen Bergabhängen unter einer Schneedecke oft bis in den Monat April und Mai stehen bleiben. Bei dem Abgange des Schnees wird es wieder ganz naß, und kann bei dem wenigen Zutritte von Sonne und warmer Luft, dessen es sich zu erfreuen hat, nicht mehr austrocknen. Die Folgen hiervon sind um so schlimmer, je dunkler der Wald gestellt war, mithin in einer Durchforstung, wo ohnedies größeren Theils nur Knüppelholz gehauen wird, am schlimmsten, und in einem Lichtschlage am mindesten nachtheilig.

Ist das Holz gefällt und aufgeklaftert, so muß ihm eine Stelle verschafft werden, wo es der kräftigen Einwirkung der Sonnenwärme und einem gleichzeitigen Luftzuge ausgesetzt werden kann. Daß sich der geschlossene Wald nicht hierzu eigne, ist selbstverständlich; es muß daher aus dem Walde geschafft und an eine Stelle, welche die eben bezeichneten Eigenschaften hat, gebracht werden. Die Vorsichtsmaßregeln beim Aufklaftern und Aufbewahren des Holzes zum Abtrocknen an der Luft sind kurz gefaßt Folgende:

Die aller einfachste Art, frisch gefälltes und zu Scheiten gespaltenes Holz lufttrocken zu machen, besteht darin, es aus dem Walde herauszurücken und in Stöße von 15 bis 20 Fuß Höhe aufzustellen; befindet sich nun ein solcher Haufen an einem der Sonne und Luft ausgesetzten trockenen Orte, so wird das Holz ohne alles weitere Hinzuthun in der Zeit von einem bis einem und einem halben Jahre von selbst lufttrocken werden; will man ein Uebriges thun, so versieht man diese Holzstöße noch mit einem Schwartendache und schützt sie so gegen Regen. Bei dieser Art der Aufschichtung müssen alle zu starken Scheite gespalten werden. Wendet man mehr Sorge und Arbeit auf das Aufschichten des Holzes, so kann man den Stößen einen besonderen Fuß geben und mit einer Unterlage versehen, auf welcher man dann die Scheite recht luftig aufschichtet; ist man aber gezwungen, recht rasch lufttrockenes Holz zu erhalten, so müssen die Scheite in leichten, mit Dachung versehenen luftigen Holzhäusern untergebracht werden. Fig. 1, Taf. VIII stellt einen mit einem Fuß versehenen Holzstoß vor.

Vom Dörren des Brennholzes.

Weil durch diese Operation, ebenso wie durch das Trocknen des Brennholzes, nur die Entfernung des Wassers aus demselben beabsichtigt wird, so muß sie um so leichter erfolgen, je reiner das Wasser schon durch das Trocknen ausgetrieben worden ist. Die Anwendung künstlicher Wärme oder das Dörren des Holzes ist daher nur nöthig, um das Mangelhafte des Trocknens durch natürliche Verdunstung zu ergänzen, und die letzten Reste von Wasser aus dem Holze auszutreiben. Das Dörren des Holzes geschieht in Räumen, welche von Mauerwerk umfangen sind und mit einem Feuerherde in Verbindung stehen, von dem ihnen die erforderliche Wärme mitgetheilt wird, und bei welchen

die Wasserdämpfe durch besondere Oeffnungen abgeführt werden. Diese Räume nennt man Dörröfen; ihre Einrichtung ist noch sehr unvollständig und sehr verschieden; eine der besseren ist folgende. Siehe: Tafel VIII, Fig. 2 und 3, wovon der 2. der Grundriß und Fig. 3 die vordere Seite vorstellt.

Der Feuerraum oder der Herd a, auf welchem die Holzabfälle verbrannt werden, muß so geräumig sein, daß immer ungefähr $\frac{1}{5}$ Kubikfuß Abfälle zugleich aufgeschüttet werden können, auch müssen die Rostöffnungen sehr enge sein, damit die kleineren Späne und Rinden nicht durchfallen können. Ueber diesem Feuerherde wird der Raum vorgerichtet, welcher das zu dörrende Holz enthält und dessen Größe sich nach der Länge des Holzes richtet. Wird das Holz in der gewöhnlichen Länge von 4 Fuß angewendet, so muß die Länge von c b und c d auch 4 Fuß betragen, die von b c aber etwas mehr als 4 Fuß, damit man mit dem Holzkarren, ohne anzustoßen, aus- und einfahren kann, mithin müßte der Ofen bei 4fußigem Holze mindestens $12\frac{1}{2}$ Fuß haben. Die Oeffnung f, durch welche die warme Luft aus dem Raume a unter der Ofensohle einströmt, kann nicht wohl kleiner als 2 Fuß sein, und weil sie $\frac{1}{2}$ Fuß von der Wand absteht, auch das Holz wenigstens $1\frac{1}{2}$ Fuß von dieser Oeffnung entfernt bleiben muß, so wird dem Ofen, wenn zwei Holzlängen eingesetzt werden sollen, auch eine Länge von $12\frac{1}{2}$ Fuß zugetheilt werden. Wird das Holz in der Mitte abgesägt, so darf die mittlere Gasse nur 3 Fuß weit, mithin der Ofen nur 11 Fuß breit sein. Die Oefen sind oben gewöhnlich mit einem Gewölbe von Backsteinen geschlossen. Die Höhe der Dörröfen beträgt nicht leicht über 8 Fuß, weil bei einer größeren Höhe die Wärme sich in die Höhe ziehen, und das obere Holz verkohlt werden würde, während das untere noch nicht gehörig trocken ist. Um indeß den oberen Raum möglichst zu benutzen, muß ein möglichst flaches Gewölbe angewendet werden. Die Weite der Eingangsöffnung g richtet sich auch nach der Länge des Holzes; sie erhält selten über 4 Fuß Höhe, denn weil sie durch Thüren von starkem Blech geschlossen werden muß, so würden dieselben in der Anwendung unbequem sein, wenn sie eine größere Dimension erhielten.

Die Oeffnung f, durch welche die Wärme einströmt, wird mit einem Aufsatze von Blech bedeckt, welcher oben umgebogen, vorn aber offen ist, damit die, von dem Herde aufsteigenden Funken von dem trockenen Holze abgewiesen werden, und die Wärme ungehindert in den Ofen eintreten kann. Zum Abzug der Dämpfe sind bei h h Oeffnungen angebracht, welche sich an den Ecken des Ofens befinden, damit sich die Wärme auf dem Boden desselben verbreiten, und auch auf die Rückseite des Holzes, welches etwas entfernt von der Wand gesetzt wird, wirken kann. In diesen Oefen wird das, auf die beschriebene Art behandelte Holz eingetragen, die Blechthüren werden geschlossen, und es wird auf dem Herde so lange ein lebhaftes Feuer unterhalten, bis das Dampfen aus den Abzugsöffnungen nachläßt, worauf es nach

und nach gemäßigt werden muß. Hat das Dampfen ganz aufgehört und fangen die Blechthüren an sehr warm zu werden, so ist das Holz zum Gebrauche tauglich; denn so lange Feuchtigkeit in dem Holze enthalten ist, schlägt sich dieselbe an den Blechen als Wasser nieder und kühlt dieselben ab. Ist die Operation beendigt, so öffnet man die Thüren und nimmt das Holz heraus. Weil der Ofen aber gleich nach Beendigung des Dörrens noch sehr heiß ist, so befindet sich, um die Abkühlung zu befördern, auf der Rückseite eine Oeffnung i, die während des Dörrens geschlossen ist, nachher aber geöffnet wird. Das gedörrte Holz zieht sehr schnell wieder Feuchtigkeit aus der Luft an, weßhalb es gut ist, dasselbe sogleich unmittelbar aus dem Darrofen zur Feuerung zu verbrauchen.

Abgang durch das Verkohlen an Brennholze.

Obgleich die Verkohlungsmethode, sowie die Umsicht und der Fleiß der Arbeiter sehr viel zu dem mehr oder minder großen Ausbringen an guten Kohlen beiträgt, so ist doch nicht minder die gute Beschaffenheit des zu verkohlenden Holzes von wesentlichem Einflusse. Um die Quantität des Brennmaterial-Aufwandes bei der Verkohlung näher beurtheilen zu können, habe ich nachstehende drei Versuche gemacht:

Versuch 1. Um das Schwinden des Holzes beim Trocknen in der Luft auszumitteln, ließ ich im Winter 1828 tannenes Scheitholz, wie es aus dem Walde kam, in sechs 50 Fuß langen und 12 Fuß hohen Haufen in einem bedeckten Holzschuppen aufsetzen. Das Holz blieb ein ganzes Jahr stehen, und war gut lufttrocken; die Höhe der Haufen hatte sich nach Verlauf dieser Zeit auf 11 Fuß 4 Zoll verringert, die sich, als ich einen Haufen umsetzen ließ, nicht bedeutend verminderte. Man darf also annehmen, daß das Holz dem Volumen nach, vom Fällen, bis es lufttrocken geworden, etwas über $\frac{1}{24}$ schwindet.

Versuch 2. Um beurtheilen zu können, wie viel das Holz durch das Dörren schwinde, ließ ich einen Ofen mit lufttrockenem tannenen Scheitholze besetzen und die Haufen genau 7 Fuß hoch machen. Nachdem das Holz vollkommen gedörrt war, ließ ich es wieder umsetzen und fand, daß es $\frac{1}{14}$ an Volumen verloren hatte, indem das Holz in den nämlichen Raum gesetzt, nur noch Haufen von $6\frac{1}{2}$ Fuß Höhe gab:

Versuch 3. Schon im Jahre 1826 ließ ich einen kleineren Dörrofen, der nur 2 Klafter gespaltenes, aber 4 Fuß langes Holz enthielt, mit vollkommen gedörrtem tannenen Holze füllen, denselben vollkommen luftdicht verschließen, und nur Oeffnungen zum Ausströmen der Dämpfe und Gasarten unten am Boden desselben anbringen, und so eine Temperatur von 100 Grad und darüber unterhalten, wobei ich indeß bemerke, daß der Ofen schon vor dem Einsetzen des Holzes gehörig erwärmt worden war. Ich ließ diese Temperatur 60 Stunden gleichförmig erhalten, und bekam recht brauchbare, aber leichte Kohlen.

Weil 2 Klafter gespaltenes Holz $1\frac{3}{13}$ Klafter ungespalten ausmachen, und weil durch das Trocknen $\frac{1}{24}$, durch das Dörren $\frac{1}{14}$ des Volumens des rohen Brennholzes verloren gehen, so enthielt der Ofen $1\frac{2}{13} + \frac{1}{24} + \frac{1}{14} = 1{,}72$ Klafter, oder 248 Kubikfuß ungespalten Holz oder 172 Kubikfuß Holzmasse. Während diesen 60 Stunden wurden 30 Kubikfuß Holzmasse verbrannt. Nimmt man nun an, daß zum vorgehenden Dörren $\frac{1}{13}$ des zu dörrenden Holzes, oder 13 Kubikfuß verwendet worden, so wurden 43 Kubikfuß Holzmasse, mithin $\frac{1}{4}$ des verkohlten Holzes, zum Verkohlen selbst verwendet.

Es geht also bei dem Verkohlen von einer Klafter tannenen Scheitholzes zu 144 Kubikfuß, durch Verbrand $\frac{1}{4}$ ab
= 36 Kubikfuß, durch Schmieden $\frac{1}{14} + \frac{1}{24} = 0{,}11 =$
= 16 Kubikfuß.

Summa: 52 Kubikfuß, und man kann mithin bei der aller vollkommensten Verkohlung aus einer zum Verkohlen und dabei nöthigen Heizen gegebenen Menge von Tannen-Scheitholz aus einer Klafter 92 Kubikfuß Kohlen erhalten, wenn wirklich 144 Kubikfuß aufgeklaftertes Holz 100 Kubikfuß Holzmasse enthalten, und wenn man die Zwischenräume zwischen dem aufgeklafterten Holze jenen zwischen den Kohlen gleichschätzt.

9. Die Aufbewahrung der Kohlen.

Das Einfüllen und Ausstürzen der Kohlen muß mit Vorsicht geschehen, indem die Erfahrung lehrt, daß bei jedesmaligem Ummessen der Kohlen $\frac{1}{20}$ verloren geht. Bei dem Transport der Kohlen muß man besonders auf behutsame Behandlung Rücksicht nehmen; gröbere Kohlen sind stets besser, als kleinere, auch geht bei der Zerkleinerung durch den entstehenden Kohlenstaub viel Kohle verloren. Zum Transport der Kohlen bedient man sich geflochtener Kohlenhöhlen; der Fuhrmann muß gut und langsam auf unebenen Wegen fahren; er muß zur Vorsicht stets ein Gefäß mit Wasser bei sich führen, damit, im Fall während des Transportes Feuer in den Kohlen entstehe, er sogleich Hilfe schaffen kann. Die Holzkohle, wie sie aus dem Meiler kommt, ist vollkommen zur Anwendung als Brennmaterial fertig. Doch nur selten ist es möglich, die Kohlen sogleich von der Meilerstätte zu verwenden, indem die Meiler immer zu wenig Kohle auf ein Mal geben, um größere Werke damit constant in Betrieb zu erhalten; es muß deßhalb in Vorrath gekohlt und die Kohlen müssen in Kohlhäusern oder Kohlmagazinen angesammelt werden, bis man deren soviel vorräthig hat, daß man, ohne eine Unterbrechung des Betriebes befürchten zu müssen, denselben beginnen kann. Auch sind nasse Kohlen beinahe zum Hüttenbetriebe unbrauchbar, auch aus diesem Grunde müssen sie unter Dach und Fach gebracht werden. Bevor dies geschieht, werden die angefahrenen Kohlen bis zum nächsten Tage auf einem freien Platze, bloß mit einem Dache versehen, vor oder in der Nähe des Kohlenma-

gazines abgeladen, um, im Falle ja noch eine brennende Kohle darunter sein sollte, dies entdecken zu können. Schuppen, welche nur leicht mit Brettern beschlagen sind, eignen sich am besten zur Aufbewahrung von Kohlen. Diese Schuppen macht man nicht über 30 Fuß tief, damit die Luft sämmtliche Kohlen durchstreichen kann; man giebt ihnen eine Höhe bis unter das Dach von 18 Fuß, weil bei größerer Höhe die Kohlen durch ihre eigene Last zerdrückt werden würden; die Länge ist nach Bedürfniß beliebig. Sowohl unten, als oben im Dache werden von je dreißig zu dreißig Fußen Thüren angebracht; zu den oberen Thüren führen Treppen oder geneigte Ebenen. Wird der Kohlenhaufen höher, als der Eingang, so legt man auf die Kohlen mit Stufen versehene Bretter, mittelst deren die Kohlenträger bis zur Spitze des Daches gelangen können, um die Kohlen dahin zu bringen. Durch den Transport, das Einschütten in die Magazine, den Druck während des Lagers rc. wird ein großer Theil Kohlenklein gebildet, welcher immerhin, wie bereits oben angegeben worden, 20 Proc. betragen kann. Der Boden eines solchen Kohlenschuppens muß vor Feuchtigkeit bewahrt werden, weßhalb man ihn gegen das äußere Terrain erhöht und mit Steinen oder Schlacken auffüllt, auch zieht man wohl um den Kohlenschuppen herum einen Graben. Das Dach bedeckt man in neuerer Zeit mit Dachpappe, construirt ein ganz flaches Dach und gewinnt dadurch einen viel größeren Bodenraum. Man legt ferner die Kohlenschuppen gern in der Nähe ihres Verbrauchsortes an. Kann man durch die unteren Thüren keine Kohlen mehr einbringen, so werden dieselben mit quer vorgelegten Brettern zugemacht, und nun wird der Schuppen durch die Thüren im Dache vollends gefüllt. Zum Einfüllen der Kohlen zieht man Rechen mit hölzernen Zähnen denen mit eisernen Zähnen vor. Nur wenn die Kohlenmagazine sämmtlich angefüllt sind, lagert man Kohlen in Haufen unter freiem Himmel; man errichtet dann nicht zu große kegelförmige Haufen, mauert die größeren ordentlich außen herum und stürzt die kleineren dazwischen, und bedeckt den ganzen Haufen mit einem leichten Stroh-, Schilf- oder Reisigdach; man wählt für solche Haufen freie, dem Luftzuge ausgesetzte erhabene trockene Stellen in der Nähe des Verbrauchsortes. Es ist ein Erfahrungssatz, daß Kohlen, die einige Zeit trocken aufbewahrt waren, größere Dienste thun, als solche, die sofort vom Meiler verbraucht werden, obgleich man gerade das Umgekehrte glauben sollte, da länger aufbewahrte Kohlen mehr hygroskopische Feuchtigkeit enthalten. Einige erklären dies dadurch, daß die gelagerten Kohlen während des Auflagerns dichter geworden wären; ob dies wirklich der Fall ist, muß dahin gestellt bleiben. Andere meinen, daß gerade die während des Lagers eingesogene hygroskopische Feuchtigkeit, welche den frischen Kohlen fehlt, deren Hitzkraft vermehre; demungeachtet ist es doch vortheilhafter, so lange die Köhler Kohlen bereiten, diese stets zuerst zu verbrauchen und nur dann zu den Magazinen seine Zuflucht zu nehmen, wenn keine

frischen Kohlen mehr geliefert werden, da, wie oben erwähnt, durch den öfteren Transport von einer Stelle zur andern die Kohlen an 20 Proc. Verlust erleiden.

10. Allgemeine Eigenschaften der Holzkohlen.

Die Brennbarkeit frisch dargestellter Holzkohle ist außerordentlich groß; mit der Aufnahme von hygroskopischem Wasser nimmt dieselbe ab; ihre Flammbarkeit ist sehr gering. Das specifische Gewicht der Holzkohlen ist nach Hassenfratz:

Birkenkohle . . .	0,203,	Ahornkohle . . .	0,164,
Eschenkohle . . .	0,200,	Eschenkohle . . .	0,135,
Rothbuchenkohle .	0,187,	Birnbaumkohle . .	0,152,
Weißbuchenkohle .	0,183,	Erlenkohle . . .	0,134,
Ulmenkohle . . .	0,180.	Lindenkohle . . .	0,106.
Rothtannenkohle .	0,176,		

Rumford macht das specifische Gewicht der Kohle abhängig von dem Gewichte des Holzes, aus welchem sie bereitet wird. Der Wärmeeffect und das relativ specifische Gewicht verschiedener Holzkohlen ergiebt sich aus folgender Tabelle aus dem „Hand- und Lehrbuch der Technologie" von Wagner. (1. Band, 2. Hälfte. 1858. S. 655.):

Benennung der Holzart.	Wärmeeffect C = 1.			1 Gewichtstheil Kohle reducirt Blei.	1 Gewichtstheil Kohle erwärmt Wasser von 0 — 100° C.	Specif. Gewicht.
	Absolut.	Specifisch.	Pyrometr.			
Schwarzkohle, lufttrocken	0,97	—	24,50	—		—
Schwarzkohle, völlig trocken	0,84	—	23,50	—		—
Birkenkohle " "	—	0,20	—	33,71		0,203
Eschenkohle " "	—	0,19	—	—		0,200
Rothbuchenkohle " "	—	0,18	—	33,57		0,187

Rothtannenkohle, völlig trocken	—	0,17	—	33,51		0,176
Ahornkohle " "	—	0,16	—	—		0,164
Eichenkohle " "	—	0,15	—	33,74		0,155
Erlenkohle " "	—	0,13	—	32,40		0,134
Lindenkohle " "	—	0,10	—	32,79		0,106
Fichtenkohle " "	—	—	—	33,53		—
Weidenkohle " "	—	—	—	33,49		—

Nach dieser Tabelle steht bei wasserfreien Holzkohlen der specifische Wärmeeffect im geraden Verhältniß zu ihren specifischen Gewichten und ist geringer, als der der entsprechenden Hölzer, und zwar ist die Differenz um so größer, je mehr das Holz beim Verkohlen schwindet.

Der durchschnittliche Aschengehalt der Schwarzkohle beträgt 3 Proc. Die Menge des hygroskopischen Wassers richtet sich nach der Porosität der Kohlen und der Länge der Zeit, in der sie aufbewahrt wurden; im gelagerten Zustande enthalten sie 10 — 20 Proc., durchschnittlich 12 Proc. hygroskopisches Wasser. Nach Violette (Journ. für prakt. Chemie LIV S. 324) enthält selbst die bei der höchsten Temperatur, die hervorgebracht werden kann, dargestellte Kohle außer dem Kohlenstoff noch kleine Mengen von Wasserstoff, z. B. Kohlen, beim Schmelzpunkte verschiedener Metalle erzeugt, bestanden aus:

Beim Schmelzpunkte des Antimons	(432°)	81,64	Kohlenstoff,	1,96	Wasserstoff,	15,24	Sauerstoff,	1,16 Asche.
" " Silbers	(1023°)	81,97	"	2,29	"	14,14	"	1,59 "
" " Kupfers	(1100°)	83,29	"	1,70	"	13,79	"	1,22 "
" " Goldes	(1250°)	88,13	"	1,41	"	9,25	"	1,19 "
" " Stahls	(1300°)	90,81	"	1,58	"	6,48	"	1,15 "
" " Eisens	(1500°)	94,56	"	0,73	"	3,84	"	0,66 "
" " Platins	(+1500°)	96,51	"	0,62	"	0,93	"	1,94 "

Wenn man von dem geringen Gehalte der Schwarzkohle an Wasserstoff und Sauerstoff absieht, so läßt sich die durchschnittliche Zusammensetzung einer lufttrocknen Schwarzkohle auf folgende Weise ausdrücken: Kohlenstoff = 85 Proc., hygroskopisches Wasser = 12 Proc. und Asche 3 Proc.

Sechster Abschnitt.

1. Die Torfkohle.

a) Verkohlung in Meilern.

Die Stätte zum Verkohlen des Torfes ist denselben Bedingungen ausgestellt, als die zum Verkohlen des Holzes; sie wird auf trocknem Boden in einer horizontalen Ebene so angelegt, daß solche von dem Umfange aus gegen den Mittelpunkt hin, wo der Quandelpfahl steht, ringsum und gleichmäßig etwas anläuft, damit die Feuchtigkeit aus dem Meiler abfließen könne und der Zug des Feuers in den unteren Schichten vermehrt werde. Da sich im Meiler die Dämpfe nach Beschaffenheit der Witterung mehr oder weniger niederschlagen und den noch unverkohlten Torf, besonders in den unteren Schichten, feucht machen, wodurch derselbe unvollständig verkohlt, so muß zur Beseitigung dieses Uebelstandes die Kohlenstätte mit drei bis vier starken Stangen überlegt werden. Dieses Ueberlegen oder Ausbrücken geschieht vom Quandelpfahle nach dem Umfange zu in Gestalt von Radien. Damit dieses Brückholz nicht verkohlt, sondern auf die ganze Dauer der Verkohlung brauchbar bleibe, wird es mit Erde oder noch besser mit Kohlenlösche überschüttet. Wo die Verkohlung auf Moorboden oder auf dem Torflager selbst geschehen soll, muß der Platz rund umher mit Gräben versehen werden, die Kohlenplatte selbst aber auf einem Unterlager von starkem Holze ruhen, über welchen ein Bohlenwerk angelegt wird, das stark genug ist, um den Meiler zu tragen, ohne einzusinken. Die gebohlte Kohlenplatte wird hierauf mit trockner Erde, oder am besten mit Sand überworfen und gegen den Quandelpfahl mit einem geringen Anlaufe versehen. Die Größe der Kohlenplatte richtet sich nach dem Einsatze oder nach der Größe des Meilers, dessen Grundfläche im Durchmesser bis 24 Fuß betragen kann.

Eine Bedenklichkeit, daß man den Torfmeiler nicht besteigen kann, ohne hineinzufallen, und ihn aus diesem Grunde nicht größer machen darf, als so groß, daß der Arbeiter mit der Schaufel bis zur Haube des Meilers reichen kann, ist also durchaus nicht vorhanden. Der Meiler mag groß oder klein sein, so kann man auch mit der gewöhnlichen Kohlensteige ohne alle Gefahr zu allen Orten des Meilers gelangen; daher in dieser Beziehung die Größe des Torfmeilers ebenso wenig, wie die eines gewöhnlichen Holzmeilers beschränkt ist.

Der Torf wird, wie im Holzmeiler, in concentrischen Kreisen rund um die Quandelstange auf den Kopf gestellt, so dicht wie möglich und so steil, als die Decke erlaubt. Die Quandelstange, um welche die Torfziegel vom Mittelpunkte des Meilers aus gesetzt werden, ist von unten bis oben mit dürren Spänen, welche mit Strohbändern festgebunden werden, umgeben; am Boden wird aber um die Quandel herum noch so viel Zündholz angebracht, als erforderlich ist, um den Meiler

schnell in Brand zu stecken, welches von unten mittelst einer Zündstange bewerkstelligt wird. Im Meiler werden nicht bloß ganze, sondern auch gebrochene Torfstücke mit eingesetzt, und es kommt hauptsächlich nur darauf an, daß beim Einsetzen alle hohlen Räume möglichst vermieden und der Meiler nicht mehr oder weniger steil werde, als daß die Erdbedeckung nicht herabrolle.

Wenn der Meiler aufgerichtet ist, wird er, nach der Köhlersprache, grün und schwarz gemacht, nämlich mit grünen Fichtenzweigen oder Laub besteckt und mit Kohlenlösche oder Erde bedeckt, wie dies bereits bei den Holzmeilern näher beschrieben worden. Die Decke mit Fichtenzweigen darf nur ganz dünn sein und soll verhindern, daß Erde und Lösche zwischen den Torf fallen. Durch die Erdbedeckung soll nur der Zutritt der Luft abgehalten werden und das Verkohlen im Meiler der Verkohlung im geschlossenen Raume näher gebracht werden. Die Dicke der Erdbedeckung kann von unten hinauf mit 10 Zoll stark, gegen die Haube aber 6 Zoll betragen. Die Haube selbst bleibt so lange unbedeckt, bis das unten in der Zündgasse angebrachte Feuer in dem Meiler gehörig um sich gegriffen hat und die Verkohlung anfängt, was gewöhnlich nach Verlauf von einigen Stunden geschieht, worauf die Haube ringsum mit Lösche beworfen und bedeckt wird. Der Meiler kann auch oben an der Haube oder in der Mitte angezündet werden. Ersteres ist schwieriger, und die angeblichen Vortheile des letzteren Verfahrens sind noch sehr in Zweifel zu ziehen. In der Hauptsache kommt es nur darauf an, die Meilerhaube, wo die Verkohlung immer zuerst anfängt, auf eine schnelle und leichte Art in Brand zu setzen, und es führt zu gleichem Zwecke, ob der Meiler von unten, in der Mitte oder von oben angezündet wird; man zündet ihn gewöhnlich von unten an, was sehr gut von statten geht.

Der Torfmeiler muß vor dem Anzünden mit einem Windschauer versehen werden, weil Stürme und überhaupt das Anwehen des Windes dem Torfmeiler mehr, als dem Holzmeiler schaden. Der Windschauer wird, einige Schritte vom Meiler entfernt, rund um denselben angelegt, wozu man starke Pfähle einschlägt, in welche schwache Verschlagbretter so hoch als der Meiler ist, eingesetzt werden. Ein solcher Windschauer hat auf das Kohlenausbringen wesentlichen Einfluß und kann daher nicht genug empfohlen werden.

Die Behandlung des Meilers während der Verkohlung ist von der eines Holzmeilers nicht verschieden und das Feuer wird hier wie dort durch die Rauchlöcher vom Kopfe bis zum Fuße hingeleitet und so die Verkohlung bewirkt. Wenn der Meiler nach beendigter Verkohlung seine vorige Gestalt ohne merkliche Erhabenheiten oder Vertiefungen noch ziemlich beibehalten hat, so ist dies ein Zeichen einer guten Verkohlung.

Das Füllen des Meilers tritt, wie beim Holze, auch bei der Torfverkohlung ein, und besteht darin, daß die im Innern des Meilers ausgebrannten leeren Räume wieder mit Torf ausgefüllt werden. Bei

einem regelmäßigen Gange der Holzverkohlung erfolgt das Füllen in den ersten Tagen ein bis zwei Mal, beim Torfmeiler überhaupt nur zwei Mal, oftmals gar nicht.

Nach beendigter Verkohlung ist das Abkühlen des Meilers das wichtigste Geschäft bei der Torfköhlerei. Man muß es dahin zu bringen suchen, daß das Feuer im Meiler oder die noch glühenden Kohlen ohne Wasser schnell gelöscht werden, so daß beim Ausstoßen des Meilers gar keine glühenden Kohlen mehr vorkommen. Dies wird erreicht, wenn der gare Meiler mit Lehm, der zuvor breiartig gemacht wird, überschlagen wird. Durch die äußere, gegen 6 Zoll dicke Lehmdecke, die man mittelst einer Plattschaufel um den Meiler festschlägt, wird aller Zutritt der Luft in dem Meiler verhindert und das Feuer in demselben schnell gelöscht. Diese Lehmdecke kann besonders am Fuße und an der Haube des Meilers nicht zu dick sein; sie muß am ganzen Meiler fest zusammen getrieben werden, um dadurch den Luftzug vollkommen abzuschließen. Ohne diese Vorkehrungen werden im Meiler, wenn er auch noch so lange stehen bleibt, immer noch glühende Kohlen vorkommen, die um so mürber und schlechter werden, je länger die Gluth fortdauert. Der mit einer Lehmdecke überschlagene Meiler braucht nicht über 36 bis 48 Stunden auszukühlen, worauf die Kohlen herausgenommen und abgefahren werden können. Beim Ausstoßen der Kohlen wird der am Meiler hart gewordene Lehm in eine daneben angebrachte Grube geworfen, mit Wasser wieder angefeuchtet und zum folgenden Gebrauche aufbewahrt. Mit Rücksicht auf diese unerläßliche Lehmbedeckung des Torfmeilers wird übrigens jeder Köhler, der lange Zeit sich mit Holzverkohlung beschäftigt hat, auch einen Torfmeiler zu verkohlen im Stande sein.

Bei der im Forstamte Wunsiedel erfolgten Verkohlung wurden zu einem Meiler 2500 Kubikfuß Torf eingesetzt, welche von 2 Arbeitern in 15 bis 16 Tagen verkohlt werden. Da aber während der Verkohlung eines einzigen Meilers der Köhler keine hinreichende Beschäftigung haben würde, so müssen zur Ersparung an Zeit und Kostenaufwand mehrere Meiler neben einander gelegt werden, damit in der Zwischenzeit, wenn der eine Meiler im Feuer steht, ein anderer zusammen gesetzt werden kann. Ein fleißiger Köhler kann täglich drei Meiler versehen, und bedarf hierzu bloß eines Burschen als Handlanger beim Zusammensetzen des Meilers. Es können wöchentlich drei Meiler mit einem Inhalte von 7 bis 8000 Kubikfuß verkohlt werden.

Das Ausbringen von trocknen, mehr schweren als leichten Torfsorten kann im Durchschnitt nicht über 30 bis 33 Proc in Anschlag gebracht werden. Von 26 bis 27 Centner kerntrocknem Torf, welche = 1 Klafter Nadelholz von 126 Kubikfuß Raum gleich geachtet werden, erfolgen durch die Meilerverkohlung 8 Centner Torfkohlen. Kerntrocken werden die Torfziegeln genannt, bei welchen nach dem Zerbrechen inwendig keine Spur mehr vorhanden ist. Je dichter und je trockner die Torfziegeln sind, desto bessere und festere Kohle geben sie.

Zwischen Holz und Torf ist in der Verkohlung ein wesentlicher Unterschied:

1) Der Torf entzündet sich nicht so leicht, als das Holz;

2) der Torf leitet das Feuer nicht so schnell fort, als das Holz;

3) der Torf schwindet mehr im Feuer;

4) dagegen hält der verkohlte Torf im Feuer länger an.

Hieraus geht hervor, weßhalb sich das Feuer bei Verkohlung des Torfes so schwer regieren und noch schwerer löschen läßt, weßhalb man weniger gute, als schlechte Kohlen erhält. Da der Torf sich schwer entzündet, so darf die Decke unten am Fuße des Meilers nicht zu dick sein, damit die Luft, ohne welche kein Feuer brennt, nicht ganz ausgeschlossen wird. Das Ersticken des Meilers ist jedem Köhler bekannt; bei Torfmeilern kommt es nicht selten vor, auch wenn er eine starke Lehmdecke erhalten hatte, daß der Meiler nach mehreren Tagen, ja nach einer ganzen Woche beim Eröffnen noch Feuer gehalten hat, und zeigt, wie leicht und lange Torfkohle Feuer halten kann; will man dann das Feuer mit Wasser löschen, so verlieren die Kohlen viel an ihrer Qualität. Oft liefert ein Meiler viele und schöne Kohlen; beim unvorsichtigen Abräumen zerbrechen jedoch stets viel Kohlen, und muß deßhalb diese Arbeit mit großer Vorsicht geführt werden.

In der ersten Zeit, wo ein Torfmeiler angezündet ist, kommt ein dicker schwarzer Rauch aus dem Quandelloche, welcher sich nach und nach verdünnt und eine grauweiße Farbe annimmt, welche beweist, daß die rohen erdigen Theile verdunstet sind und die Feuchtigkeit ihren Abzug nimmt; der weißgraue Dampf verdünnt sich in dem Verhältnisse immer mehr, als sich die Feuchtigkeit im Torfe vermindert. Dies beobachtet man dadurch am besten, daß man von Zeit zu Zeit die Hand über das Quandelloch hält; man wird dann bemerken, wie die Feuchtigkeit abnimmt, und die Hand zuletzt trocken bleibt. Wenn diese Erscheinung erfolgt, dann muß man das Feuer nach und nach zu dämpfen suchen, welches eine bessere Verkohlung des Torfes bewirkt; der Dampf, welcher sich zuletzt bildet, ist mehr blau und giebt einen schweflichen Geruch von sich. Man hat an verschiedenen Orten versucht, die erhaltenen Torfkohlen zu hüttenmännischen Zwecken zu benutzen, jedoch werden dieselben durch die Schwere der Erzgichten immer zu leicht zermalmt und zerdrückt.

Der Torf giebt bei seiner Verkohlung zwar dieselben Produkte wie Holz, jedoch weniger Säure und bedeutend mehr Ammoniak; der Theer- oder Oelgehalt wird derselbe sein. Die Kohlenausbeute bei recht reinem, dichtem, festem Torfe kann bis 33 Proc. steigen, dagegen bei leichteren Torfsorten bis auf 10 Proc. sinken. Nur wenige Torfsorten liefern Kohlen mit 1 Proc. Asche, die meisten Sorten geben 10 bis 20 Proc. und mehr; deßhalb eignet sich die Torfkohle weniger zu Schmelzprozessen, da deren Asche meist sehr strengflüssig ist, die Kohle, wie schon erwähnt, nur geringe Festigkeit besitzt, so daß sie leicht von

den Erzgichten zermalmt wird und dem Winde den Durchgang erschwert; die Torfkohle mit wenig Aschengehalt ist dagegen in Glüh- und Schweißfeuern, für Reck- und Zainhämmer und zur Kesselheizung ein ganz vortreffliches Brennmaterial, wo sie die Holzkohle nicht nur völlig ersetzt, sondern noch bei weitem übertrifft.

Man giebt den Torfstücken zur Meilerverkohlung gern eine größere Dimension, als zum gewöhnlichen Gebrauche und macht sie dann 15 Zoll lang, 6 Zoll breit und 6 Zoll hoch, läßt sie nicht nur ganz lufttrocken werden, sondern darrt dieselben noch, wenn sich Gelegenheit dazu bietet, in Darröfen. Das Verkohlen in Meilern haben wir oben angegeben; man verkohlt ihn aber auch in Gruben, ebenfalls ganz auf die Art wie das Holz; zur Verkohlung des Torfes in geschlossenen Räumen bedient man sich eiserner Retorten, eiserner Kästenofen und gemauerter Oefen.

Vohl fand in oldenburger und hannoverschen Torfarten in 100 Pfund im lufttrockenen Zustande destillirt:

9,063 Theer,
40,000 ammoniakalisches Wasser,
35,312 Kohle,
15,625 Gas und Verlust,

in einer russischen Torfsorte fand er:

33,000 Ammoniakwasser,
35,815 Kohle,
11,344 Theer,
19,941 Gas und flüchtige Stoffe.

Derselbe Analytiker hat noch folgende Untersuchungs-Resultate geliefert:

Torf von Celle 1,98 Photogen, 2,02 Gasöl, 0,45 Paraffin, 0,65 Asphalt, 0,51 Kreosot, 33,57 Kohle, 37,53 Ammoniakwasser, 23,30 Gas und Verlust.

Torf von Coburg 1,90 Photogen, 2,45 Gasöl, 0,29 Paraffin, 1,58 Asphalt, 2,99 Kreosot, 41,67 Kohle, 31,42 Ammoniakwasser, 17,71 Gas und Verlust.

Torf von Domme 1,76 Photogen, 1,77 Gasöl, 0,30 Paraffin, 1,56 Asphalt, 4,67 Kreosot, 35,31 Kohle, 40,00 Ammoniakwasser, 15,63 Gas und Verlust.

Neuhaus, leicht 1,23 Photogen, 1,60 Gasöl, 0,46 Paraffin, 1,64 Asphalt, 3,82 Kreosot, 40,00 Kohle, 43,33 Ammoniakwasser, 7,92 Gas und Verlust.

Neuhaus, schwer 1,22 Photogen, 1,34 Gasöl, 0,37 Paraffin, 1,10 Asphalt, 2,80 Kreosot, 29,58 Kohle, 50,00 Ammoniakwasser, 13,61 Gas und Verlust.

Von Zürich 0,77 Photogen, 0,45 Gasöl, 0,02 Paraffin, 2,28 Asphalt, 2,46 Kreosot, 25,00 Kohle, 52,00 Ammoniakwasser, 17,00 Gas und Verlust.

Aus Rußland 2,31 Photogen, 2,30 Gasöl, 0,01 Paraffin,

2,91 Asphalt, 3,80 Kreosot, 39,00 Kohle, 32,24 Ammoniakwasser, 20,60 Gas und Verlust.

Von Bottroz 0,42 Photogen, 0,74 Gasöl, 0,09 Paraffin, 1,00 Asphalt, 1,57 Kreosot, 28,50 Kohle, 53,00 Ammoniakwasser, 14,69 Gas und Verlust.

Neuwedel 0,49 Photogen, 0,63 Gasöl, 0,11 Paraffin, 1,00 Asphalt, 1,24 Kreosot, 39,00 Kohle, 46,80 Ammoniak, 10,76 Gas und Verlust.

Lohne 0,85 Photogen, 0,97 Gasöl, 0,03 Paraffin, 1,28 Asphalt, 2,46 Kreosot, 38,40 Kohle, 38,65 Ammoniakwasser, 17,36 Gas und Verlust.

Von Bromberg Nr. I. 0,80 Photogen, 1,06 Gasöl, 0,26 Paraffin, 1,13 Asphalt, 3,31 Kreosot, 31,45 Kohle, 42,08 Ammoniakwasser, 19,90 Gas und Verlust.

Von Bromberg Nr. II. 0,68 Photogen, 0,90 Gasöl, 0,22 Paraffin, 0,96 Asphalt, 2,80 Kreosot, 30,00 Kohle, 41,67 Ammoniakwasser, 23,12 Gas und Verlust.

Es liegt auf der Hand, daß der durch Torfkohlen erzeugte Hitzgrad ein höherer ist, als der durch gedarrten Torf hervorgebrachte, da neben der Austreibung des mechanisch eingeschlossenen Wassers der Vortheil der Verkohlung sauerstoffreicher Brennmaterialien noch darin besteht, daß der Sauerstoff, welcher bei der Verbrennung ohne Wärmeentwicklung mit dem Wasserstoffe zu Wasser zusammen tritt und bei seiner specifischen Wärme einen großen Theil der durch die Verbrennung entwickelten Wärme für sich in Anspruch nimmt, durch den, bei der Verkohlung stattfindenden Proceß der trocknen Destillation entfernt wird, indem er unter Bildung von Kohlensäure, Wasser xc. mit den anderen Gasen entweicht und als Rückstand eine auf einen geringeren Raum concentrirte Masse eines, hauptsächlich aus Kohlenstoff bestehenden Brennstoffes verbleibt, der den höchsten Hitzgrad hervorzubringen vermag, da der pyrometrische Wärmeeffect der Kohle selbst noch etwas höher liegt, als der des Wasserstoffes. Wo für den technischen Betrieb hohe Temperaturen erforderlich sind, ist ein Ueberführen des Brennstoffes in Kohle oft nothwendig und gerechtfertigt; für die Quantität der erzeugten Wärme ist die Verkohlung aber mit einem bedeutenden Verluste verbunden. Denn bei derselben entweicht nicht nur der schädliche Sauerstoff, sondern auch ein bedeutender Theil des Kohlenstoffes, der mit dem Sauerstoffe zu Kohlensäure und mit dem nicht mit Sauerstoff sich verbindenden Wasserstoff zu Kohlenwasserstoffen zusammen tritt, mischt sich den Destillationsprodukten bei. Bei der unmittelbaren Verbrennung ist dieser Kohlenstoff und der freie Wasserstoff aber eine reichliche Quelle von Wärmeentwicklung. Besonders der Wasserstoff hat einen sehr erheblichen Antheil an der Wärmeerzeugung bei der Verbrennung, da er $4\frac{1}{2}$ Mal so viel Wärme entwickelt, als ein gleiches Gewicht Kohlenstoff. Die Heizkraft eines Brennmaterials muß daher um so höher ausfallen, je mehr bei einem gegebenen Gehalt an brennbarem

Wasserstoff enthalten ist. Aus den angegebenen Gründen ist daher die Anwendung von verkohlten Materialien zu Kesselfeuerungen und zu Heizzwecken im Allgemeinen, wo sie nicht, wie etwa bei Locomotiv-Feuerungen, durch die besondere Rücksicht, in einem kleinen Raume und bei geringerem Gewichte eine möglichst große Menge erzeugenden Brennstoffes zu haben, geboten ist, als eine arge national-ökonomische Verschwendung anzusehen; es sei denn, daß die Destillationsprodukte in gehöriger Weise benutzt, die Kohle entweder als Nebenprodukt bei der Bereitung von Leuchtgas, Photogen und Paraffin, oder die Verkohlung als Hauptzweck angesehen, diese als Nebenprodukte gewonnen und verwerthet werden. Lufttrockener Torf liefert bei der Verkohlung in Meilern, die hier allein als Maßstab angenommen werden kann, — da bei der Verkohlung in Oefen, wenn sie einen höhern Ertrag liefert, das zur Heizung nöthige Brennmaterial in Anschlag gebracht werden muß, — gegen 30 Proc. Kohle dem Gewichte nach. 100 Gewichtstheile guten Torfes von geringem Aschengehalte bringen etwa 400 Gewichtstheile Wasser von 0° zur Verdampfung, während gleiche Gewichtstheile Torfkohle diese Wirkung für 600 Gewichtstheile Wasser leisten. Da 100 Gewichtstheile Torf nur 0,30 Gewichtstheile Kohle liefern, so ist die Menge des, durch die nach der Verkohlung von 100 Gewichtstheilen Torf mit der erzeugten Kohle zu verdampfenden Wassers gleich 200, während das unverkohlte Material 400 verdampft hätte. Die Hälfte des nutzbaren Heizeffectes geht also durch die Verkohlung verloren. Doch hat die Verkohlung einen sehr wesentlichen Vortheil darin, daß eine zu erzeugende Wärmemenge mit dem verkohlten Materiale durch ein bedeutend kleineres Gewicht und Volumen zu bewirken ist, als mit dem unverkohlten. Da Torfkohle etwa 600, Torf selbst aber nur 400 obiger Wärmeeinheiten für gleiche Gewichtstheile liefert, so werden $\frac{2}{3}$ Gewichtstheile Kohle denselben Wärmeffect hervorbringen können, wie 1 Gewichtsheil Torf. Die Gewichtsverminderung bei Anwendung wie Kohle beträgt daher für die Erzeugung derselben Wärmemenge $\frac{1}{3}$; dasselbe Verhältniß findet auch dem Volumen nach statt, denn da der Ertrag an Kohle dem Gewichte nach 30 Proc. beträgt, dem Volumen nach etwa 33 Proc., so werden $\frac{2}{3}$ Gewichtstheile Kohle auch ziemlich $\frac{2}{3}$ Volumtheile Kohle dem Torfe gegenüber ausmachen. Die durch die Verkohlung mögliche Erzielung eines Brennstoffes, der zur Erzeugung derselben Wärmemengen einen um $\frac{1}{3}$ geringeren Verbrauch dem Gewichte und Volumen nach erfordert, ist von dem größten Vortheile, besonders wenn ein weiter Transport des Brennmaterials nöthig ist, und kann die Verkohlung, die sonst als unnütze Verschwendung angesehen werden muß, in diesem Falle zu einem nothwendigen Uebel machen. Doch wird die Verkohlung des Torfes aus dem Grunde eines leichteren Transportes immer eine beschränkte sein, da die gewöhnlichen zerfallenden Torfkohlen einen weiten Transport in den seltensten Fällen zulassen; dazu kommt noch, daß die Verkohlung des Torfes viel seltener, um die Kosten für den

gazines abgeladen, um, im Falle ja noch eine brennende Kohle darunter sein sollte, dies entdecken zu können. Schuppen, welche nur leicht mit Brettern beschlagen sind, eignen sich am besten zur Aufbewahrung von Kohlen. Diese Schuppen macht man nicht über 30 Fuß tief, damit die Luft sämmtliche Kohlen durchstreichen kann; man giebt ihnen eine Höhe bis unter das Dach von 18 Fuß, weil bei größerer Höhe die Kohlen durch ihre eigene Last zerdrückt werden würden; die Länge ist nach Bedürfniß beliebig. Sowohl unten, als oben im Dache werden von je dreißig zu dreißig Fußen Thüren angebracht; zu den oberen Thüren führen Treppen oder geneigte Ebenen. Wird der Kohlenhaufen höher, als der Eingang, so legt man auf die Kohlen mit Stufen versehene Bretter, mittelst deren die Kohlenträger bis zur Spitze des Daches gelangen können, um die Kohlen dahin zu bringen. Durch den Transport, das Einschütten in die Magazine, den Druck während des Lagers rc. wird ein großer Theil Kohlenklein gebildet, welcher immerhin, wie bereits oben angegeben worden, 20 Proc. betragen kann. Der Boden eines solchen Kohlenschuppens muß vor Feuchtigkeit bewahrt werden, weßhalb man ihn gegen das äußere Terrain erhöht und mit Steinen oder Schlacken auffüllt, auch zieht man wohl um den Kohlenschuppen herum einen Graben. Das Dach bedeckt man in neuerer Zeit mit Dachpappe, construirt ein ganz flaches Dach und gewinnt dadurch einen viel größeren Bodenraum. Man legt ferner die Kohlenschuppen gern in der Nähe ihres Verbrauchsortes an. Kann man durch die unteren Thüren keine Kohlen mehr einbringen, so werden dieselben mit quer vorgelegten Brettern zugemacht, und nun wird der Schuppen durch die Thüren im Dache vollends gefüllt. Zum Einfüllen der Kohlen zieht man Rechen mit hölzernen Zähnen denen mit eisernen Zähnen vor. Nur wenn die Kohlenmagazine sämmtlich angefüllt sind, lagert man Kohlen in Haufen unter freiem Himmel; man errichtet dann nicht zu große kegelförmige Haufen, mauert die größeren ordentlich außen herum und stürzt die kleineren dazwischen, und bedeckt den ganzen Haufen mit einem leichten Stroh-, Schilf- oder Reisigdach; man wählt für solche Haufen freie, dem Luftzuge ausgesetzte erhabene trockene Stellen in der Nähe des Verbrauchsortes. Es ist ein Erfahrungssatz, daß Kohlen, die einige Zeit trocken aufbewahrt waren, größere Dienste thun, als solche, die sofort vom Meiler verbraucht werden, obgleich man gerade das Umgekehrte glauben sollte, da länger aufbewahrte Kohlen mehr hygroskopische Feuchtigkeit enthalten. Einige erklären dies dadurch, daß die gelagerten Kohlen während des Auflagerns dichter geworden wären; ob dies wirklich der Fall ist, muß dahin gestellt bleiben. Andere meinen, daß gerade die während des Lagers eingesogene hygroskopische Feuchtigkeit, welche den frischen Kohlen fehlt, deren Hitzkraft vermehre; demungeachtet ist es doch vortheilhafter, so lange die Köhler Kohlen bereiten, diese stets zuerst zu verbrauchen und nur dann zu den Magazinen seine Zuflucht zu nehmen, wenn keine

frischen Kohlen mehr geliefert werden, da, wie oben erwähnt, durch den öfteren Transport von einer Stellezur andern die Kohlen an 20 Proc. Verlust erleiden.

10. Allgemeine Eigenschaften der Holzkohlen.

Die Brennbarkeit frisch dargestellter Holzkohle ist außerordentlich groß; mit der Aufnahme von hygroskopischem Wasser nimmt dieselbe ab; ihre Flammbarkeit ist sehr gering. Das specifische Gewicht der Holzkohlen ist nach Hassenfratz:

Birkenkohle . . .	0,203,	Ahornkohle . . .	0,164,
Eschenkohle . . .	0,200,	Eschenkohle . . .	0,135,
Rothbuchenkohle .	0,187,	Birnbaumkohle . .	0,152,
Weißbuchenkohle .	0,183,	Erlenkohle . . .	0,134,
Ulmenkohle . . .	0,180.	Lindenkohle . . .	0,106.
Rothtannenkohle .	0,176,		

Rumford macht das specifische Gewicht der Kohle abhängig von dem Gewichte des Holzes, aus welchem sie bereitet wird. Der Wärmeeffect und das relativ specifische Gewicht verschiedener Holzkohlen ergiebt sich aus folgender Tabelle aus dem „Hand- und Lehrbuch der Technologie" von Wagner. (1. Band, 2. Hälfte. 1858. S. 655.):

Benennung der Holzart.	Wärmeeffect C = 1.			1 Gewichtstheil Kohle reducirt Blei.	1 Gewichtstheil Kohle erwärmt Wasser von 0 — 100° C.	Specif. Gewicht.
	Absolut.	Specifisch.	Pyrometr.			
Schwarzkohle, lufttrocken	0,97	—	24,50	—		—
Schwarzkohle, völlig trocken	0,84	—	23,50	—		—
Birkenkohle " "	—	0,20	—	33,71		0,203
Eschenkohle " "	—	0,19	—	—		0,200
Rothbuchenkohle " "	—	0,18	—	33,57		0,187

Rothtannenkohle, völlig trocken	—	0,17	—	33,51		0,176
Ahornkohle " "	—	0,16	—	—		0,164
Eichenkohle " "	—	0,15	—	33,74		0,155
Erlenkohle " "	—	0,13	—	32,40		0,134
Lindenkohle " "	—	0,10	—	32,79		0,106
Fichtenkohle " "	—	—	—	33,53		—
Weidenkohle " "	—	—	—	33,49		—

Nach dieser Tabelle steht bei wasserfreien Holzkohlen der specifische Wärmeeffect im geraden Verhältniß zu ihren specifischen Gewichten und ist geringer, als der der entsprechenden Hölzer, und zwar ist die Differenz um so größer, je mehr das Holz beim Verkohlen schwindet.

Der durchschnittliche Aschengehalt der Schwarzkohle beträgt 3 Proc. Die Menge des hygroskopischen Wassers richtet sich nach der Porosität der Kohlen und der Länge der Zeit, in der sie aufbewahrt wurden; im gelagerten Zustande enthalten sie 10 — 20 Proc., durchschnittlich 12 Proc. hygroskopisches Wasser. Nach Violette (Journ. für prakt. Chemie LIV S. 324) enthält selbst die bei der höchsten Temperatur, die hervorgebracht werden kann, dargestellte Kohle außer dem Kohlenstoff noch kleine Mengen von Wasserstoff, z. B. Kohlen, beim Schmelzpunkte verschiedener Metalle erzeugt, bestanden aus:

Beim Schmelzpunkte des Antimons	(432°)	81,64 Kohlenstoff,	1,96 Wasserstoff,	15,24 Sauerstoff,	1,16 Asche.
" " Silbers	(1023°)	81,97 "	2,29 "	14,14 "	1,59 "
" " Kupfers	(1100°)	83,29 "	1,70 "	13,79 "	1,22 "
" " Goldes	(1250°)	88,13 "	1,41 "	9,25 "	1,19 "
" " Stahls	(1300°)	90,81 "	1,58 "	6,48 "	1,15 "
" " Eisens	(1500°)	94,56 "	0,73 "	3,84 "	0,66 "
" " Platins	(+1500°)	96,51 "	0,62 "	0,93 "	1,94 "

Wenn man von dem geringen Gehalte der Schwarzkohle an Wasserstoff und Sauerstoff absieht, so läßt sich die durchschnittliche Zusammensetzung einer lufttrocknen Schwarzkohle auf folgende Weise ausdrücken: Kohlenstoff = 85 Proc., hygroskopisches Wasser = 12 Proc. und Asche 3 Proc.

Sechster Abschnitt.

1. Die Torfkohle.

a) Verkohlung in Meilern.

Die Stätte zum Verkohlen des Torfes ist denselben Bedingungen ausgestellt, als die zum Verkohlen des Holzes; sie wird auf trocknem Boden in einer horizontalen Ebene so angelegt, daß solche von dem Umfange aus gegen den Mittelpunkt hin, wo der Quandelpfahl steht, ringsum und gleichmäßig etwas anläuft, damit die Feuchtigkeit aus dem Meiler abfließen könne und der Zug des Feuers in den unteren Schichten vermehrt werde. Da sich im Meiler die Dämpfe nach Beschaffenheit der Witterung mehr oder weniger niederschlagen und den noch unverkohlten Torf, besonders in den unteren Schichten, feucht machen, wodurch derselbe unvollständig verkohlt, so muß zur Beseitigung dieses Uebelstandes die Kohlenstätte mit drei bis vier starken Stangen überlegt werden. Dieses Ueberlegen oder Ausbrücken geschieht vom Quandelpfahle nach dem Umfange zu in Gestalt von Radien. Damit dieses Brückholz nicht verkohlt, sondern auf die ganze Dauer der Verkohlung brauchbar bleibe, wird es mit Erde oder noch besser mit Kohlenlösche überschüttet. Wo die Verkohlung auf Moorboden oder auf dem Torflager selbst geschehen soll, muß der Platz rund umher mit Gräben versehen werden, die Kohlenplatte selbst aber auf einem Unterlager von starkem Holze ruhen, über welchen ein Bohlenwerk angelegt wird, das stark genug ist, um den Meiler zu tragen, ohne einzusinken. Die gebohlte Kohlenplatte wird hierauf mit trockner Erde, oder am besten mit Sand überworfen und gegen den Quandelpfahl mit einem geringen Anlaufe versehen. Die Größe der Kohlenplatte richtet sich nach dem Einsatze oder nach der Größe des Meilers, dessen Grundfläche im Durchmesser bis 24 Fuß betragen kann.

Eine Bedenklichkeit, daß man den Torfmeiler nicht besteigen kann, ohne hineinzufallen, und ihn aus diesem Grunde nicht größer machen darf, als so groß, daß der Arbeiter mit der Schaufel bis zur Haube des Meilers reichen kann, ist also durchaus nicht vorhanden. Der Meiler mag groß oder klein sein, so kann man auch mit der gewöhnlichen Kohlensteige ohne alle Gefahr zu allen Orten des Meilers gelangen; daher in dieser Beziehung die Größe des Torfmeilers ebenso wenig, wie die eines gewöhnlichen Holzmeilers beschränkt ist.

Der Torf wird, wie im Holzmeiler, in concentrischen Kreisen rund um die Quandelstange auf den Kopf gestellt, so dicht wie möglich und so steil, als die Decke erlaubt. Die Quandelstange, um welche die Torfziegel vom Mittelpunkte des Meilers aus gesetzt werden, ist von unten bis oben mit dürren Spänen, welche mit Strohbändern festgebunden werden, umgeben; am Boden wird aber um die Quandel herum noch so viel Zündholz angebracht, als erforderlich ist, um den Meiler

Hat man bei der Verkohlung des Torfes nichts weiter zur Absicht, als eine gute brauchbare Kohle zu gewinnen, so mag der hier zuletzt beschriebene Ofen vollkommen Genüge leisten; will man aber aus dem Torfe beim Verkohlen noch nebenbei die theerigen und wässerigen Bestandtheile zu Leuchtstoffen und anderen industriellen Zwecken gewinnen, so muß dem Kohlungsofen eine ganz andere Einrichtung gegeben werden. Kaum hatte man angefangen den Torf zu verkohlen, so berücksichtigte man, die bei der gewöhnlichen Verkohlung in Dampfgestalt abgeschiedenen, sehr werthvollen Stoffe vermittelst einer zweckmäßigen Vorrichtung zu tropfbaren Flüssigkeiten zu reduciren und zu sammeln. Man unternahm es, stellte zwei eiserne Oefen von verschiedenem Durchmesser in einander und füllte sowohl den innern, als den leeren Raum zwischen beiden Oefen mit Torf. Indem nun der Torf, in diesem angezündet, verbrannte, verkohlte er sich in jenem mit Dampf, dem nur durch eine Oeffnung im Boden der Ausgang gestattet war, und ward, außerhalb des Ofens abgekühlt, zu Oel und Ammoniakwasser, welches man in einem besondern Gefäße sammelte. Wahrscheinlich hatte dieser Versuch nicht die beste Lösung gegeben, indem man an dessen weitere Fortführung gar nicht weiter dachte; doch man nahm die Versuche wieder auf und brachte den sog. schwedischen Theerschwelofen in Anwendung.

Die Anlage dieses Ofens ist folgende, Fig. 7, Taf. IX:

Das Fundament ist ein 3 Fuß tiefes, rundes Gemäuer von Bruchsteinen, das 20 Fuß im äußern und 10 Fuß im innern Durchmesser enthält. Der innere Raum wird 2 Fuß hoch mit Lehm schüsselförmig ausgestampft, welches mit dem Herde eines Silberabtreibungsofens große Aehnlichkeit hat; über diesen Herd wird ein Pflaster von Ziegelsteinen in derselben Form und so gemacht, daß die Tiefe des schüsselförmigen Fundamentes einen Fuß beträgt. In dem Mittelpunkte des Fundamentes bleibt ein längliches Loch von 8 Zoll Länge und 6 Zoll Breite, welches schief in einen, unter dem Pflaster hinlaufenden Canal führt. Der Fall des Canals beträgt $1\frac{1}{2}$ Fuß, und das Loch muß deßhalb schief sein und in den Canal gehen, damit man mit der Räumstange in denselben hinein kommen kann.

Ueber diesem Fundamente wird von Ziegelsteinen ein Glockenofen von 15 Fuß Höhe und 10 Fuß Weite im innern Durchmesser, 1 Fuß Stärke aufgeführt. In der Höhe von 8 Fuß wird allmählig angefangen das Gewölbe zu schließen. An einer Seite des Ofens 3 Fuß über dem Fundamente, wird in der Mauer eine Oeffnung — das Kohlenloch — von $1\frac{1}{2}$ Fuß ins Gevierte, ferner mitten im Gewölbe ein rundes Loch — das Füllloch — von 3 Fuß im Durchmesser gelassen. Ueber dem Kohlenloche wird ein Quader eingemauert und sein hervorragender Theil mit dem Mantel verbunden. Die Glocke wird zu gleicher Zeit mit einer $3\frac{1}{2}$ Fuß dicken Mauer eingefaßt, welche unten um $1\frac{1}{2}$ Fuß und oben in der Höhe von 12 Fuß um $\frac{1}{2}$ Fuß von ihr absteht. Inwendig besteht der Mantel 1 Fuß dick aus Ziegel-

steinen, auswendig 2 Fuß stark aus Bruchsteinen. Der leere Raum zwischen Mantel und Glocke (Feuergang) wird an zwei entgegengesetzten Seiten, auf der Mitte des Quadrats und gerade gegenüber, durch eine $\frac{1}{2}$ Fuß starke Mauer (Zunge) getheilt.

Dem Kohlenloche gegenüber stehen die Schürlöcher, und unter denselben die Aschenlöcher; jene sind 2 Fuß hoch, $1\frac{1}{2}$ Fuß breit und $3\frac{1}{2}$ Fuß von einander entfernt; diese halten 1 Fuß ins Gevierte. Oben, wo sich die Glocke an den Mantel anschließt, sind vier Luftzüge, zwei und zwei einander gegenüber, und zu beiden Seiten jeder Zunge einer. Sie sind $\frac{3}{4}$ Fuß hoch und breit, und steigen um $\frac{1}{2}$ Fuß. Ihre Bestimmung ist, das Ziehen der Luft, und das Lodern und Spielen des Feuers um die Glocke zu bewirken; zu dem Ende muß auch jeder mit einem eisernen Schieber versehen sein.

In den Feuergängen der Höhe der Schürlöcher stehen Roste von Ziegelsteinen, welche $1\frac{1}{2}$ Fuß lang und verhältnißmäßig breit und dick sind. Sie müssen beweglich sein, damit sie, wenn es nöthig ist, ausgehoben werden können. Der Canal endet sich, etwa 20 Fuß von dem Ofen weg, in ein Gefäß unter einem kleinen, von Steinen aufgeführten Gebäude, dessen wichtigster Theil ein Dampfkamin ist.

Soll in diesem Ofen Torf verkohlt werden, so füllt man ihn damit an, bedeckt das Füllloch mit einer Platte von Gußeisen und vermauert das Kohlenloch mit einer Art Stein, welche im Feuer nicht zerspringt. Nun macht man durch beide Schüren von Torf oder Holz ein mäßiges Feuer und verstärkt solches nach und nach, so wie eine saure Feuchtigkeit überzugehen anfängt. Geht endlich bei größerer Hitze auch Theer über, so wird Tag und Nacht mit dieser Feuerung fortgefahren, bis nicht der geringste Rauch mehr hervorkommt und keine Feuchtigkeit mehr abläuft.

Der ostfriesländische Torfverkohlungsofen, Fig. 4, Taf. IX hat ebenfalls sehr viel praktische Vortheile.

Auf einem etwas erhabenen Punkte wird ein Fundament gelegt, 2 Fuß tief, 16 Fuß lang und 13 Fuß breit. Darüber werden zwei Oefen, einer in dem andern, aufgeführt; beide im Lichten 12 Fuß lang und $8\frac{1}{2}$ Fuß hoch, der äußere 9 Fuß, der innere 5 Fuß breit. Die Mauer des äußeren Ofens ist 2 Fuß, die des inneren (Retorte) $\frac{1}{2}$ Fuß dick, und ebenso dick sind auch ihre Gewölbe, welche sich oben in eins vereinigen und dadurch 2 Feuergassen bilden, jede $1\frac{1}{2}$ Fuß breit. Die Vorderwand hat, nach der Retorte zu, eine große Oeffnung, 5 Fuß hoch und 3 Fuß breit, durch welche der Torf eingetragen wird und die Kohlen herausgenommen werden. In eben derselben Wand zu beiden Seiten der großen Oeffnung sind nach den Feuergassen zu zwei Schürlöcher, 1 Fuß breit und $1\frac{1}{2}$ Fuß hoch, mit eingemauerten Rosten und Aschenlöchern von 1 Fuß ins Gevierte. Der mit Ziegelsteinen gepflasterte Boden der Retorte ist in der Mitte nach seiner Länge hin um $\frac{1}{2}$ Fuß vertieft. In dieser Vertiefung liegt eine thönerne Röhre, oder besser eine gläserne Rinne, unmerklich gegen die Hinterwand geneigt,

und mit durchlöcherten Hohlziegeln bedeckt. Jedem Schürloche gegenüber, an der Hinterwand, steht ein Rauchfang. In diese thönerne Rinne ist an der Hinterwand eine von außen eiserne, von innen hölzerne Röhre eingefügt, welche abgetriebene Flüssigkeiten, 20 Fuß von dem Ofen ab, unter einem steinernen Gebäude in ein untergesetztes Gefäß leitet.

Die Ziegelsteine müssen aus gutem feuerbeständigen Lehm gut durchgearbeitet sein; deßgleichen muß zur Verbindung der Steine guter Lehm genommen und recht dünn aufgegeben werden; die inneren Seitenwände müssen durch eingesprengte kleine Gewölbbogen, die äußeren durch Strebepfeiler, und die Vorder- und Hinterwand durch Schlaudern gegen die Gewalt des Feuers geschützt werden.

Die Verkohlung des Torfes selbst geschieht auf Art und Weise wie die vorige; man füllt die Retorte ganz dicht mit Torf an und mauert die Oeffnung zu. Dann macht man mit Torf oder Holz auf dem Roste Feuer und mauert die Schürlöcher so weit zu, als es dem Nachtragen des Brennmaterials nicht hinderlich ist. Man bauet mehrere derartige Oefen zusammen.

In Frankreich findet die Verkohlung des Torfes in großartigem Maßstabe statt, und einen Beweis von der sehr allgemeinen Benutzung liefern die Pariser Magasins de combustibles, die fast nur mit Torfkohlen angefüllt sind, rohen Torf aber gar nicht enthalten. Das Verkohlen des Torfes geschieht bei Paris in Oefen von Ziegelsteinen, — einer derselben hat die Gestalt eines länglichen Vierecks von 20 Fuß Länge, 15 Fuß Breite und 10 Fuß Höhe und enthält vier gewölbte Räume zur Aufnahme des Torfes. An jeder der beiden kurzen Seiten führen zwei Einsatzöffnungen zu zwei gewölbten Räumen, welche 8 Fuß tief, 4 Fuß breit und 4 Fuß hoch sind, deren Wandstärke 6 Zoll beträgt. Im Scheitel einer jeden dieser Räume ist ein Rohr von Eisenblech (9 Zoll im Durchmesser) angebracht, durch welches die, bei der Verkohlung entstehenden Dämpfe und Gase zur Verbrennung in die Feuerungsräume geleitet werden. Dieser Feuerungsräume sind zwei vorhanden, davon einer sich in der Mitte an jeder der beiden langen Seiten befindet; von hier aus wird das Feuer durch angebrachte Züge so geleitet, daß ein Feuer je zwei der gewölbten Räume von allen Seiten umgiebt. Bei der Füllung der gewölbten Räume mit Torf hat man darauf zu achten, daß die Torfstücke dicht zusammen gesetzt und die Zwischenräume möglichst vermieden werden; darauf werden die Oeffnungen durch eiserne Thüren und Lehmverstrich dicht verschlossen, nur in der Mitte der Thür bleibt eine kleine runde Oeffnung von 1 Zoll Durchmesser. Dann beginnt die Feuerung, die so lange dauert, bis durch das Blechrohr keine Dämpfe oder Gase mehr entweichen, was gewöhnlich in 40—48 Stunden erreicht wird. Die Torfkohlen werden nun mittelst eiserner Haken in große, mit dichtschließenden Deckeln versehene, eiserne Kästen gebracht, worin sie dann erkalten.

In Irland findet die Verkohlung des Torfes in bei weitem größerem Maßstabe, aber auf ganz ähnliche Weise statt, und hat man auch dort in neuerer Zeit angefangen, die flüchtigen Stoffe desselben zu Leuchtstoffen 2c. zu benutzen.

In neuester Zeit verspricht man sich viel von der Verkohlung des Torfes mit überhitzten Wasserdämpfen; da die Verkohlung dabei nicht bis zur Entfernung aller gasartigen Bestandtheile getrieben wird, so ist deßhalb nicht nur die Ausbeute an Kohlen größer, sondern auch die erzielte Kohle von besserer Qualität, und namentlich viel fester und compakter, als die sonst gewöhnliche Torfkohle, wodurch dieselbe einen weiten Transport besser aushält. Der Grund für die bessere Qualität der Kohle ist in der gleichmäßigen Erhitzung in den verschiedenen Theilen des Verkohlungscylinders durch die Wasserdämpfe zu suchen.

Die Verkohlung kann in der Weise geschehen, daß man in einem Dampfkessel Dämpfe von gewöhnlicher Spannung entwickelt, die durch ein spiralförmig gewundenes Schlangenrohr gehen, welches sich in einem mit glühenden Kohlen gefüllten Ofen befindet. Nachdem der Dampf durch Berührung mit dem Schlagenrohre die Temperatur bedeutend erhöht hat, gelangt er in den Verkohlungscylinder. Hier dringt er durch ein, mit Sieblöchern versehenes Rohr nach allen Richtungen in das zu verkohlende Material. Nachdem er, um den eigentlichen Verkohlungscylinder vor Abkühlung zu schützen, noch mehrere Hüllcylinder durchlaufen hat, strömt er in ein Abzugsrohr, wo er durch entsprechende Vorrichtungen verdichtet, die entwickelten Destillationsprodukte gewinnen läßt. Sobald den verdichteten Dämpfen keine theerigen Produkte mehr beigemengt sind, wird der Zutritt des Dampfes zu dem Verkohlungscylinder gesperrt, und der Kohleninhalt in einen Erstickungscylinder entleert, dessen Außenfläche durch Umgebung mit oft gewechseltem Sande gekühlt wird. Um den Verkohlungscylinder so vollständig als möglich vor Abkühlung zu schützen, ist der äußerste, den eigentlichen Verkohlungscylinder umschließende Hüllcylinder mit schlechtleitendem Material (Bimsteinstücken) gefüllt. Die zur Verkohlung nothwendige Temperatur liegt noch unter der starken Rothglühhitze. (Polytechn. Centralblatt 1856.)

Die von der Verkohlung mit überhitzten Wasserdämpfen erwarteten Vortheile werden durch die von Brix gemachten Untersuchungen einer Torfkohle bestätigt, welche nach einem für Elliot patentirten Verfahren mit überhitztem Wasserdampf dargestellt war. Der zur Verkohlung verwandte Torf ist ein ziemlich leichter wurzliger Rasentorf von rothbrauner Farbe. Im vollkommen lufttrocknen Zustande bei 13 Proc. Wassergehalt beträgt das Gewicht eines Ziegels dieses Torfes durchschnittlich 1,1 Pfund und das Volumen 41,0 Kubikzoll; das Gewicht eines Kohlenziegels beträgt durchschnittlich 0,42 Pfund und das Volumen 25,1 Kubikfuß. Dem Gewichte nach ist die Kohlenausbeute darnach etwa 38 Proc.; die Volumenverminderung beträgt fast 40 Proc. Die erzeugte Kohle giebt einen hellen Klang wie Holzkohle und brennt

mit reichlicher, heller, rußender Flamme, ein Beweis, daß sie wasserstoffhaltige Theile besitzt; die Verbrennung findet rasch und regelmäßig statt; die Festigkeit der Kohle wird nicht nur dadurch bestätigt, daß sie den Transport von Hamburg nach Berlin sehr gut ausgehalten und ein Theil derselben, der in sehr leichten Fässern den Winter hindurch im Freien dem Regen, Schnee und Frost ausgesetzt war, nicht merklich gelitten hatte, sondern ist noch durch besondere Versuche festgestellt.

Der zur Untersuchung der Transportfähigkeit verschiedener Kohlensorten angewandte Apparat ist von sehr einfacher Einrichtung. Brix bedient sich eines Fasses von etwa 3 Scheffel Inhalt, durch dessen Boden eine hölzerne Achse geht, welche im Innern des Fasses mehrere 3 Zoll lange Querarme hat. Durch die horizontale, in zwei Pfannen liegende und mit einer Kurbel versehene Achse wird das mit dem zu untersuchenden Material gefüllte Faß in mäßige Bewegung gesetzt und 50 Mal um seine Achse gedreht. Durch eine verschließbare Oeffnung werden 20 bis 30 Pfund Kohle in faustgroßen Stücken in das Faß gethan, nach den nöthigen Umdrehungen herausgenommen und durch 2 Siebe von $\frac{3}{8}$ Zoll und 1 Zoll weiten Maschen die entstandene Staubkohle und nußgroßen Stücke von den größeren Stücken gesondert. Obige Kohle lieferte nach 50 Umdrehungen in dem Apparate 85,7 Proc. Stückkohlen, 1,6 Proc. Nußkohlen (Knorpelkohle) und 12,7 Proc. feine Kohle dem Gewichte nach und stand in Bezug auf Transportfähigkeit den besten Steinkohlenkoaks nicht nach.

Aus dem, in den Torfköhlereien reichlichen Abfall von staubförmigen Kohlen und Kohlenklein bereitet man auf mehrfache Weise ein ganz gutes Brennmaterial, das den Namen patentirte Kohle trägt Man mengt die pulverigen Abfälle mit soviel Lehmbrei, als zum Binden der Masse nöthig ist, und formt aus der feuchten Masse, durch festes Eindrücken in Metallformen, Kohlenziegel von verschiedener Gestalt, welche, an der Luft getrocknet, ein ganz gutes Brennmaterial sind und unter dem Namen Briquettes in den Handel kommen. Von solchen Kohlenziegeln, welche 6 Zoll lang, 2 Zoll breit und $1\frac{1}{4}$ Zoll dick sind, fertigt in der angeführten Torfköhlerei bei Paris ein Arbeiter täglich 700 Stück.

Viel zweckmäßiger ist das Verfahren, als Bindemittel statt des Thones Theer oder geschlämmten Torf anzuwenden, weil dadurch nicht, wie durch den Thon, die an sich schon bedeutende Menge der Asche vermehrt wird. Das so dargestellte Kohlenpräparat wurde vor etwa 10 Jahren von Paris aus unter dem Namen charbons de Paris in den Handel gebracht und sehr empfohlen. Diese künstlichen Kohlensteine bestehen aus jeder Art Kohlenabfällen, welchen man durch Beimischung von Theer, Pressen und Darren Zusammenhang ertheilt. 100 Kilogrammen Kohlenpulver werden mit 33 bis 40 Liter Steinkohlentheer durchknetet, durch eine Maschine in Form von Cylindern oder Platten gebracht, und nachdem sie 36—48 Stunden an der Luft ge-

trocknet in einem Muffelofen verkohlt. Diese geformte Kohle hat vor der gewöhnlichen Kohle den Vorzug, daß sie weniger zerbrechlich, daher leichter transportabel, bei kleinerem Volumen mehr Hitze giebt und langsam und regelmäßig verbrennt. 100 Kilogrammen dieser Kohle werden in Paris zu 15 -- 16 Francs verkauft. (Wagner, „Theorie und Praxis der Gewerbe.")

Ausgezeichnet sind nach Karmarsch die in der Torfköhlerei zu Langenmoor im Hannöverschen erzeugten Torfkohlenpräparate. Diese Köhlerei liefert: Torfkohle Nr. 1 für Schmelz-, Schmiede- und Küchenfeuerungen, Stubenöfen ꝛc.; Torfkohle Nr. 2 für Klempner, Schriftgießer, zum Härten des Stahls, zum Anheizen der Oefen; Torfpräparat, langsam und mit schwachem Luftzuge selbst in einzelnen Stücken fortbrennend, besonders für Haushaltungen geeignet; Darrtorf, genannt Torfcinders, mit langer Flamme ohne Rauch brennend, für Ziegeleien, Glashütten, Dampfkesselheizungen; Torfkohle doppelt geglüht und pulverisirt, zur Entfuselung des Branntweins, Torfkohle pulverisirt, als Dünger.

2. Das Darren des Torfes.

Um den vollständigen Nutzeffect, den man vom Torfe in Betreff hoher Temperaturen haben kann, zu erreichen, muß man das hygroskopische Wasser vollständig entfernen; das Verfahren dafür besteht in dem Darren des Torfes. Häufig kommt auch noch nach dem Darren das Verkohlen des Torfes, welches wir oben weitläufig beschrieben haben, in Anwendung, wobei man selbstverständlich ein noch besseres Material zur Erzeugung hoher Temperaturen erhält. Darrtorf ist ein gutes Material für Schmelzöfen, soweit die meist geringe Festigkeit des Torfes, sowie auch seiner Kohle der Anwendung nicht dadurch Schranken setzt, daß diese Brennmaterialien durch die auflagernden Erzschichten zusammengedrückt werden, wodurch der Zutritt der, zur Verbrennung nöthigen Luft gehindert wird. Welche von beiden Arten, die Verkohlung oder das Darren, in Anwendung kommt, hängt von der Erwägung der jedesmaligen Umstände ab. Da die Torfkohle in den meisten Fällen, wegen ihrer geringen Festigkeit, einen weiteren Transport nicht erlaubt, der gedarrte Torf wegen seiner porösen lockern Beschaffenheit im erhöhten Maße diese Eigenschaft des gewöhnlichen Torfes, Feuchtigkeit aus der Luft schnell an sich zu ziehen, besitzt, beide daher an Ort und Stelle des Verbrauches erzeugt werden müssen, so ist im Allgemeinen die Darstellung des Darrofens vor der Verkohlung zu empfehlen, da mit der Verkohlung in den meisten Fällen ein bedeutender Verlust an brennbaren Materialien verbunden ist, wenn, wie dies häufig geschieht, die bei der trocknen Destillation sich bildenden Gase ohne weitere Verwendung entweichen. Für manche technische Zwecke ist der Darrtorf auch besonders erwünscht, weil er wegen seines reichen Ge-

haltes am Wasserstoff unter Bildung von Kohlenwasserstoffen eine bedeutende Flammbarkeit besitzt.

Die vielen, zum Darren der Heizmaterialien angewendeten Einrichtungen lassen sich in zwei auf Anwendung verschiedener Principien beruhende Gruppen scheiden: Nach dem einen Verfahren werden die aus dem Feuerungsraume, welcher die zum Darren des Materials nöthige Wärme liefert, sich entwickelnden Gase in unmittelbare Berührung mit dem zu darrenden Material gebracht, was den Zweck hat, dieses Material nicht nur auf eine Temperatur über 100° C. zu erheben, wodurch die Verdampfung des Wassers veranlaßt wird, sondern auch die Verdampfung durch ihre Eigenschaft, sich leicht mit Dämpfen zu sättigen, zu begünstigen.

Nach diesem Principe sind z. B. die Darrkammern auf der Hütte Lippitzbach in Kärnthen eingerichtet. Sie bestehen aus länglich viereckigen, aus Mauerwerk gebildeten Räumen von verschiedener Größe. Die größte dieser Kammern hat 27½ rhein. Fuß Länge, 17½ Fuß Breite und ist oben mit einem Gewölbe geschlossen, dessen Scheitel 14 Fuß über dem Boden sich erhebt. Durch einen horizontalen Rost ist sie in zwei Abtheilungen getrennt. Dieser Rost besteht aus Balken, deren beide Enden in die Wände der Kammern eingelassen sind, so wie aus quer darüber liegenden Balken, deren Entfernung von einander sich nach der Stärke der einzelnen Stücke des Brennmaterials regulirt. Der dadurch gebildete obere Darrraum umfaßt einen räumlichen Inhalt von 4225 Kubikfuß. Gefüllt wird dieser Raum durch 2 Seitenthüren, deren Schwellen mit dem Roste gleich liegen, sodann durch die weiteren Oeffnungen in dem Gewölbe. Um den heißen Gasen einen leichten Durchgang durch die zu darrende Masse zu bewirken, läßt man in derselben mehr Zwischenräume, als dies bei der Aufklafterung der Fall ist; in der untern Abtheilung der Darrkammer von 1950 Kubikfuß werden die heißen Gase auf zwei Herden entwickelt, deren jeder aus einer gewölbten Gallerie besteht, die 18 Zoll breit, 26 Zoll hoch und so lang wie die Kammer breit ist. Die in diesem Raume erzeugten Gase treten zunächst einen Theil ihrer Wärme an die Wände des Herdes ab, kühlen sich noch weiter ab durch Mischung mit der Luft, welche durch die Fugen der Thür einströmt, ehe sie durch die zahlreichen Oeffnungen in die leeren Räume des untern Theils der Darrkammer treten, wo sie dadurch, daß sie auf die Wände dieses Raumes und auf das Material, welches die Dicke dieses Raumes bildet, Wärme ausstrahlen, eine so bedeutende Temperatur-Erniedrigung erfahren haben, daß das zu darrende Material durch die Berührung mit den Gasen nicht entzündet wird. Die Gase, welche sich durch die Berührung mit dem Materiale in der Darrkammer und durch die Absorption des Wasserdampfes mehr oder weniger abgekühlt haben, strömen längs der, den Heizthüren gegenüber liegenden Wand herab, dann längs der Sohle der unteren Abtheilung der Darrkammer unter der

Ebene der Oeffnungen im Herde durch sechs Oeffnungen, die zusammen eine Oberfläche von etwa 1 Quadratfuß haben, aus.

Bei den Einrichtungen nach der andern Darrmethode kommt nur die Wirkung der strahlenden Wärme der in einem Herde entwickelten heißen Gase zur Anwendung. Diese Gase werden mittelst gußeiserner oder blecherner Röhren, deren Wände die Wärme an das zu darrende Material abgeben, mitten durch den Darraum geführt und kommen mit dem Materiale selbst nicht in Berührung.

Eine darnach eingerichtete Darrkammer in Neuberg besteht aus einem massiven, gewölbten Raume von 2047 Kubikfuß Inhalt. Er hat eine länglich viereckige Gestalt, und an beiden Enden befinden sich der Herd und die Esse. Beim Austritte aus dem Herde geht die Flamme zunächst in einen gemauerten Ofen mit dünnen Wänden, wo sie einen großen Theil der Wärme an die Ofenmauer abgiebt, dann strömen die Gase durch zwei große gußeiserne Röhren, die durch den Darraum gehen, der Esse zu. Die einzigen Oeffnungen in dem Darrraume sind die Einsatzthüren, durch deren Fugen die von der Wärme verdünnte Luft und die sich entwickelnden Wasserdämpfe sich den Durchgang erzwingen müssen.

In Bezug auf die Massen des Brennmaterials, welche zum Darren bestimmter Quantitäten Brennstoffe erforderlich sind, hat man die eigenthümliche Erfahrung gemacht, daß die Einrichtung, wonach die verbrannten Gase unmittelbar in die Darrkammer strömen, den meisten Aufwand verursacht. Diese Thatsache erklärt sich dadurch, daß die Temperatur der einwirkenden Gase, die nicht frei von Luft, also auch nicht von, zur Verbrennung nöthigem Sauerstoff sind, in diesem Falle niedriger sein muß, als in jenem, damit nicht eine Entzündung eintrete. Um dieses zu bewirken, wendet man daher am besten schon zur Herdfeuerung feuchtes Brennmaterial an, das für die Verbrennungs-Produkte eine niedrigere Temperatur ergiebt, als es bei Anwendung von trocknem Materiale der Fall ist. Um bei der dennoch noch immer zu hohen Temperatur eine Ermäßigung zu bewirken, wird der Herd so eingerichtet, daß man sehr viel überschüssige Luft zuströmen läßt. Endlich läßt man auch die Gase nicht unmittelbar in die eigentliche Darrkammer strömen, sondern läßt sie vorher noch in dem unteren leeren Raume sich abkühlen. Je niedriger aber die Temperatur der Gase zu halten ist, um so geringer wird auch die Verdampfung des Wassers sein.

Bei Anwendung der zweiten Darrmethode hat man nur zu Anfang mäßig zu feuern, damit sich das zu darrende Material nicht, so lange die Kammer noch mit atmosphärischer Luft angefüllt ist, unter dem Einflusse dieser erhitzten Luft entzünde. Jedes entwickelte Dampfvolum vertreibt ein gleich großes Volum von einem Gemenge von Luft und Dampf, welches sich vorher gebildet hat, daher sich das Verhältniß von Luft in dem Gemenge fortwährend vermindert und die Luft bald nach dem Beginne des Prozesses ganz ausgetreten ist. Bei der

bloßen Berührung mit Dampf kann dann eine bei weitem höhere Temperatur angewendet werden. Jedes Dampftheilchen, welches durch Berührung mit den heißen Röhren einen bedeutenden Temperaturgrad erhalten hat, wirkt sowohl durch seine Wärme, als auch durch seine Verwandtschaft mit Wasser auf eine Verdampfung neuer Wassermengen hin. (Le Play.)

Das Darren der Brennmaterialien mit besonderem guten Brennstoffe ist immer kostspielig, doch sind große technische Betriebsanlagen immer in der Lage dazu, entweder die aus den Feuerungsräumen entweichenden unbenutzten Hitzen oder namentlich beim Torfe die fast werthlosen Abfälle zu directer Feuerung anzuwenden.

Die Dörrkammern zu Rothburga-Hütte bei Freudenberg liegen 8 an der Zahl in einer Reihe hinter den Generatoren der Puddelöfen. Jede Kammer ist im Gewölbe mit 6 Füllöffnungen versehen, zwischen deren je drei die Eisenbahn durchgeht, so daß die Wagen direct vom Torfmoore über die Dörrkammern fahren und ihren Inhalt entleeren.

Die Kammern sind durch eine, von Balken gebildete Zwischendecke in 2 Abtheilungen geschieden, in deren oberer der Torf sich befindet. Unter dieser Zwischendecke gehen 2 gewölbte Canäle von der vorderen nach der hinteren Wand der Kammer symmetrisch zwischen der Mitte und den Seitenwänden vertheilt. Diese Canäle sind in ihrer hintern Hälfte mit je 10 rechteckigen Oeffnungen nach beiden Seiten hin versehen. Diese Oeffnungen sind 0,33 Meter hoch und 0,17 Meter breit.

An der vordern Wand ist in der oberen Abtheilung eine Thüröffnung zum Entleeren des Torfes. In der unteren Abtheilung sind 3 Oeffnungen angebracht, sodaß man den ganzen Raum putzen kann. Dieses Putzen von dem durch die Zwischendecke gefallenen Torfstaube muß sehr sorgfältig geschehen, da er sich sehr leicht entzündet.

Die beiden gewölbten Heizcanäle sind für gewöhnlich vermauert, und mündet nach innen durch die Wand ein Rohr von 0,075 Meter lichter Weite, durch das Luft mit 4 Linien Pressung und 80° R. einströmt, welche Wärme sie durch die Ueberhitze der Puddelöfen erlangt. Diese Luft strömt durch die oben erwähnten 40 Seitenöffnungen der beiden Canäle in die ganze untere Abtheilung und durch die Zwischendecke, die zwischen den Balken immer genug Fugen bildet, in die obere Abtheilung durch den Torf hindurch.

Unmittelbar unter oder über der Zwischendecke befinden sich in gleicher Entfernung von einander 4 Löcher in der vordern Mauer von 0,16 Met. $\times$ 0,10 M. Querschnitt, durch welche die feuchten Dämpfe abziehen. Steht die warme Luft nicht zur Verfügung, so bricht man eine Oeffnung in die vordere Wand der Canäle, nimmt das Ausströmungsstück des Rohrs weg und unterhält ganz vorn ein gelindes Feuer, das dann die Stelle der warmen Luft vertritt.

Während der ganzen Dörrung sind die 6 Füllöffnungen mit eiser-

nen Platten, alle andern Oeffnungen mit hölzernen Thüren dicht verschlossen und mit Lehm verstrichen.

Die Dimensionen der oberen Abtheilung der Kammern sind:

Breit 7,30 M.,
tief 6,35 M.,
hoch 2,10 M. an der Kämpferlinie des Gewölbes,
„ 3,00 M. an dem Scheitel des Gewölbes.

Sie wird mit 35 Wagen Torf oder 31 Klafter Holz gefüllt. Zum vollständigen Dörren eines Ofens lufttrocknen Torfes bedarf es 3 — 4 Tage und sind für 2 Doppelpuddelöfen 4 der Kammern gleichzeitig erwärmt. Man gebraucht zu einer Kammer mit 2 Lufteinströmungsröhren circa 500 Kubikfuß Luft pro Minute.

Wenn sich eine solche Kammer mit Torf entzündet, so hilft alles hermetische Verschließen zur Erstickung des Feuers nichts, indem noch nach Wochen der Torf fortglimmt. Es bleibt dann nichts anders übrig, als augenblicklich mit Wasser den Brand zu löschen. Entzündet sich eine Darrkammer, die mit Holz gefüllt ist, so verschließt man alle Oeffnungen möglichst luftdicht, und das Feuer wird in wenig Tagen erstickt sein. Diese Dörrkammern erfüllen ihren Zweck vollkommen für Torf. Für Holz soll hingegen die Luftheizung nicht so vortheilhaft sein. Indessen ist nicht zu leugnen, daß das Füllen und Leeren der Kammern viel Arbeit verursacht, und die Beschaffung der Luft Kraft in Anspruch nimmt, die nicht immer zu Gebote steht.

In Lippitzbach dienen zum Dörren des Holzes 4 ganz ähnliche Kammern.

In Buchscheiden sind 23 Darrkammern; dieselben haben einen sehr verschiedenen räumlichen Inhalt, sie fassen zwischen 50 — 150 Schaff Torf, das Schaff zu 200 Pfund gerechnet. Alle werden mit directer Feuerung gewärmt, wozu aber nur Abfälle benutzt werden. Die Temperatur im Innern beträgt 50° R. und sind zum vollständigen Dörren 36 Stunden erforderlich. Sie sind ähnlich construirt wie die Darrkammern in Freudenberg. Früher hatte man die Feuercanäle und eine Esse in Verbindung gebracht, wodurch aber häufig Brand entstand, was nun durch Beseitigung der Esse vermieden ist. Die Hitze strömt durch die Seitenöffnungen in die Canäle, die aber erst 15 Fuß von der Feuerung beginnen, unter die Zwischendecke der Darrkammern und dann durch das Brennmaterial. Damit der Torf nicht zu dicht auf einander sitze, werden in den Kammern Scheiterhaufen von 3 Fuß langen Holzscheiten gebildet und diese dann mit Torf ausgefüllt. Zum Füllen einer Kammer mit 80 — 100 Schaff Torf braucht man 7 bis 8 Schichten à 12 Stunden. Man rechnet auf das Schaff gedörrten Torfes an Arbeitslohn, Brand, Reparaturen, Zinsen ꝛc. 4 Kr.

In der Hütte Buchscheiden ergab sich bei der früheren Anwendung von ganzen Ziegeln für die Torfdarrkammer ein Heizaufwand

von 8 Volum-Procenten der zu darrenden Masse; jetzt wendet man sowohl Ueberhitzen, als auch directe Feuerung an.

Die Temperatur im Innern der Kammern beträgt 60° C. Die Dimensionen der Kammern (für 800 — 2400 Kubikfuß Torf) und verschiedener Darrweise stellen sich hier ziemlich gleich. Zum vollständigen Darren sind 36 Stunden nöthig. Nachdem man den Inhalt noch 36 — 48 Stunden in den Kammern hat stehen lassen, führt man ihn sofort zur Feuerung ab.

Bischof II benutzt ebenfalls einen sehr empfehlenswerthen Ofen zum Trocknen und Dörren der Brennmaterialien. Das lufttrockne Brennmaterial (Torf, Holz ꝛc.) verflüchtigt, wenn man es einige Tage lang einer Temperatnr über 100° aussetzt, noch circa ⅕ seines Gewichtes an unbrennbaren Dämpfen, und es leuchtet ein, daß das scharf getrocknete oder gedörrte Brennmaterial sowohl bei directer Verbrennung, als auch das hieraus entwickelte Gas bei der Verbrennung ungleich intensivere Hitze entwickeln müsse. Bei gewöhnlichen Feuerungen unter der Weißhitze und wenn man es nicht für nöthig hält, Brennmaterial zu sparen, hat man es allerdings mit der möglichsten Trockenheit nicht so ängstlich zu nehmen; wo man aber das Dörren der Brennmaterialien mit Hilfe derjenigen Wärme, die meistens ungenutzt ins Freie entweicht, so einfach bewerkstelligen kann, ergiebt sich der, zur Hervorbringung höchster Hitze ganz besondere Werth dieser wenig umständlichen Erfahrungsart.

Fig. 1, Taf. X stellt den Bischof'schen Dörrofen für den Bedarf eines Puddel- oder Schweißofens dar. Durch die Röhren A circulirt der noch schwach glühende, klare Rauch der Gasflamme nach dem niedern Schornsteine B ins Freie. C ist ein quadratischer Schacht, welcher von der Einschüttöffnung D aus immer voll Brennmaterial gehalten wird. Unten endigt dieser Schacht in einem Lattengitter und einem trichterförmigen Bretterverschlage, aus welchem das gedörrte Brennmaterial, sowie es der Gasentwicklungsofen bedarf, durch den Canal E entnommen wird. Es wirkt nun der Schacht des Dörrofens als Schornstein auf die, durch die Oeffnung F herzuströmende atmosphärische Luft. Letztere erhitzt sich in Umgebung der braunroth glühenden Röhren A über 100°, gelangt ringsum durch das Lattengitter zu dem Brennmateriale in dem Schacht und entweicht sammt den daraus mitgenommenen Wasserdämpfen oben noch circa 40° warm ins Freie. Bei dieser Einrichtung ist zwar nicht leicht Feuersgefahr zu befürchten und bisher noch nicht vorgekommen; man kann indessen hierin nicht vorsichtig genug sein, und es sind zu diesem Behufe sämmtliche Thür- und Ausgangsöffnungen mit eisernen Thüren versehen, nach deren gehörigem Verschluß sich der Dörrofen für den Fall einer Entzündung des Inhaltes ohne die geringste Gefährdung der Gebäude ähnlich wie ein Verkohlungsofen verhalten würde.

Siebenter Abschnitt.

Von der verkohlten Braunkohle.

Wie wir schon zu wiederholten Malen erwähnt haben, so besteht der Verkohlungsproceß in einer trocknen Destillation desjenigen Gegenstandes, welchen man eben verkohlen will. Unter trockner Destillation organischer Körper versteht man aber eine Behandlung desselben unter Abschluß der Luft. Man erhitzt die organischen Körper in gläsernen, irdenen, metallenen Röhren und hält den Einfluß des Sauerstoffes der Luft ab und beobachtet die Erscheinungen, welche durch die allmählig erhöhte Temperatur auftreten, und die Produkte, welche sich nach einander aus ihren Bestandtheilen bilden. Alle organischen Körper kommen trotz der größten äußerlichen Unterschiede darin überein, daß sie aus drei oder vier chemischen Elementen — Sauerstoff — Wasserstoff — Kohlenstoff und Stickstoff — zusammengesetzt sind; diese Elemente haben, mit Ausnahme des Kohlenstoffes, einzeln in Freiheit gesetzt, das Bestreben, gasförmig aufzutreten; verbinden sie sich hingegen, so können feste, flüssige und luftförmige Körper daraus entstehen. Der Sauerstoff ist bekanntlich der Verbrenner der Körper; Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff dagegen brennbare Körper; da nun die organischen Körper neben Wasserstoff — Kohlenstoff — und Stickstoff auch Sauerstoff enthalten, so ist erklärlich, daß innerhalb der Körper selbst, ohne Hinzutreten des Sauerstoffs der Luft, eine Verbrennung stattfinden könne; die Neigung zu diesem Verbrennungsprozesse wird durch die erhöhte Temperatur erweckt. Wenn der Sauerstoff mit Kohlenstoff verbrennt, so finden verschiedene Stufen der Verbrennung statt; es kann sich Kohlensäure oder Kohlenoxyd bilden; verbinden sich Wasserstoff und Sauerstoff, so entsteht Wasser. Die Veränderung durch die Hitze kann auch eine Verbindung des Kohlenstoffes mit dem Wasserstoff zur Folge haben, es kann sich Kohlenwasserstoff bilden. Ist Stickstoff vorhanden, so geht dieser mit dem Wasserstoffe eine Verbindung ein und es entsteht Ammoniak daraus. Unter dem Einflusse der Hitze bilden sich alle diese neuen Produkte, nur treten sie nicht gleichzeitig auf; ihr Erscheinen ist von der Temperatur abhängig, und es lassen sich bei allmählig gesteigerter Temperatur drei Perioden der trocknen Destillation unterscheiden: a) Bei dem geringsten Hitzgrade bei 110° C. erscheint fast nur Wasser; je langsamer die Temperatur steigt, desto mehr Sauerstoff verschwindet und bildet mit dem Wasserstoff Wasser; mit Kohle verbindet sich bei dieser Temperatur der Sauerstoff noch nicht und man wird bei langsamer Erhitzung die größte Ausbeute an Kohle machen; b) je höher die Temperatur steigt, je mehr tritt die Verwandtschaft des Sauerstoffes zum Kohlenstoffe hervor, letzterer oxydirt sich und bildet Kohlensäure; gleichzeitig macht sich die Verwandtschaft zum Wasserstoff geltend und es bildet sich Kohlenwasser-

stoff; indem aber die Kohlensäure mit den rückständigen glühenden Kohlen und den heißen Gefäßwänden in Berührung kommt, wird sie wieder zerlegt und es bildet sich Kohlenoxydgas; c) in lebhafter Rothgluth entwickelt sich aus ihnen leichter Kohlenwasserstoff, allmählig auch schwerer Kohlenwasserstoff, und, indem auch dieser wieder zerlegt wird, tritt Wasserstoff auf, wobei der Rest des noch vorhandenen Sauerstoffes benutzt wird, vermischt mit leichtem Kohlenwasserstoff. Hieraus folgt nun, daß, wenn man Kohle aus organischen Körpern erhalten will, die Erhitzung langsam, wenn Gas, dieselbe schnell gesteigert werden müsse. Die Produkte der trocknen Destillation sind also fest, flüssig und luftförmig. Bei der trockenen Destillation ist zunächst von großer Bedeutung der Wassergehalt der Körper in ihrem natürlichen Zustande; dasselbe wird durch die trockne Destillation ausgetrieben. Da es für ein und denselben Körper in verschiedenen Mengen auftritt, so sind folgende Maxima und Minima bemerkenswerth. Nach Beobachtungen von Brix schwankt der Wasserhalt von Holz zwischen 12—22 Proc. bei lufttrocknem; zwischen 18,6 und 51,8 Proc. bei frischem Holze; frisch gefälltes Holz hält $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ Wasser; Torf zwischen 24 und 38 Proc., Braunkohle zwischen 28 und 50 Proc., Steinkohle 1 bis 4,8 Proc.; dieses Wasser wird bei 110° C. im Anfange der trocknen Destillation ausgetrieben. Es ist aber nun oben erwähnt, daß sich aus den Bestandtheilen der Körper an Sauerstoff und Wasserstoff noch weiterhin Wasser bilde; es muß ferner berücksichtigt werden, daß mehrere Gase, wie Essigsäure, Ammoniak und Schwefelammonium, auftreten, welche, indem sie durch das Wasser treten, von demselben absorbirt werden und folglich das Gewicht der gesammten Flüssigkeit, welche nach Vollendung der trocknen Destillation erhalten wird, bedeutend vermehren müssen; es werden bei der Destillation an neutraler, saurer oder alkalischer Flüssigkeit: Bei Holz 46 Proc., bei Torf 32 — 50 Proc., bei Braunkohlen 25 — 70 Proc., bei Steinkohlen 4 — 10 Proc. gefunden; rücksichtlich des Kohlenrückstandes giebt Holz 16—26 Proc. Kohle, Torf 24 — 41 Proc., Braunkohle 20 — 68 Proc., Steinkohle 68 Proc.; dem Volumen nach schwinden bei der trocknen Destillation Holz, Torf und Braunkohle, während Steinkohle von 100 Volumen 116 Volumen Koaks giebt. Unverdichtbare Gase enthält Holz 23 Proc. dem Gewichte nach, Torf 10 — 22 Proc., Braunkohle 5 — 17 Proc., Steinkohle 12—17 Proc.

Die trockne Destillation der Braunkohle in specie liefert bei den meisten Sorten Ammoniak, bei einigen jedoch auch saure Flüssigkeiten und wie der Torf ferner Theer und Gase und läßt an Rückstand Kohle oder Koaks. Der verhältnißmäßig hohe Wassergehalt der Braunkohle, namentlich der frisch geförderten, führt große Unbequemlichkeiten mit sich, deßhalb ist eine vorherige Trocknung sehr vortheilhaft. Der Gehalt an Ammoniakwasser beträgt in der Regel 43 Proc., enthaltend 0,09 — 0,26 Ammoniak, entsprechend 0,81 Salmiak. Der Theer ist

specifisch schwerer, als das Ammoniakwasser, sein spec. Gewicht beträgt 1,041 — 1,079 selten 0,95. Er ist ziemlich consistent, butterartig, anfänglich gelb, an der Luft sich schwärzend. Die Braunkohlenkoaks sind in der Regel stark geschwunden, leicht in sehr kleine Stücke zerfallend, wie Pulver, dabei sehr leicht entzündlich, sogar wegen eines Rückstandes an Schwefel oft selbstentzündlich, daher die größte Vorsicht bei Aufbewahrung dieser Koaks erforderlich ist. Die Lignite liefern eine festere, brauchbarere Kohle für Schmiedefeuer.

Verkoakung von Braunkohle in Retorten.

Ein im Jahre 1847 auf der chemischen Fabrik zu Frankenhausen mit Verkoakung dortiger Braunkohlen angestellter Versuch, sowie die Anwendung der erhaltenen Koaks statt Seinkohlenkoaks bei Calcinirung der Soda veranlaßten mehrere Versuche in größerem Maßstabe zur Bereitung von Braunkohlenkoaks und deren Verwendung zu industriellen Zwecken. Die zu diesen Versuchen verwendeten Braunkohlen waren von der Grube oberhalb Frankenhausen „Concordia" benannt, ganz ohne Holztextur, von pechähnlichem Ansehen, an der Luft leicht in kleine, feste, nußgroße Stücke zerfallend, mit rother, stark rußender Flamme brennend, dabei einen sehr starken, nicht unangenehm riechenden bituminösen Geruch verbreitend. Die rohe Kohle hatte 6,66 Proc. Asche, gab 37,18 Proc. Koaks mit 17,90 Proc. Aschen- und 10 Proc. Theergehalt. Die erhaltenen Koaks waren sehr zerbröckelt, wurden jedoch mit gleichem Erfolge wie die Steinkohlenkoaks zur Calcinirung der Soda verwendet; im Schmiedefeuer waren sie jedoch bloß bei schwachem Feuer anwendbar.

Die Darstellung der Koaks und des Theers wurde durch trockne Destillation von 10 Pfund roher Kohle bewirkt, wozu eine gußeiserne Retorte mit Vorlage diente, und dauerte der Verkohlungsprozeß während 6 Stunden; es geschah derselbe mit gänzlichem Ausschlusse aller atmosphärischen Luft, bloß durch Erhitzung des Apparates.

Bei Wiederholung dieser Versuche mit den verschiedenen Braunkohlensorten des dortigen Reviers stellte sich heraus, daß, je pechähnlicher die Kohle war, und einen je muschlicheren reinen Bruch und je mehr Festigkeit sie hatte, sie um so mehr zusammenhaltende Koaks lieferte; im gleichen Verhältnisse steigerte sich die Menge des Theers, dessen flüchtige Theile sich zur Erzeugung von Leuchtgas, die zähflüssigeren und minder flüchtigen aber zur Erzeugung von Asphalt sich eigneten.

Diese Versuche zeigen die Möglichkeit der technischen Benutzung der Braunkohlen zu Koaks, zur Erzeugung von Ruß, Leuchtgas und Asphalt. Es wurden ferner Versuche angestellt, die erhaltenen Koaks fein zu zermahlen und als schwarze Farbe bei der Fabrikation von Druckerschwärze, sowie bei Fabrikation von Glanzschuhwichse zu benutzen, und beide Versuche fielen zur Zufriedenheit aus. Noch besser gelang

jedoch ein Versuch, die zerkleinten Braunkohlenkoaks mit dem erhaltenen Theer und Steinkohlentheer anzumachen und hieraus kleine Steine zu formen und zu trocknen. Diese künstlichen Kohlensteine erhielten ausgezeichnete Festigkeit und entwickelten im Schmiedefeuer eine außerordentlich große Hitze, ebenso unter den Dampfkesseln und den Sodacalciniröfen; es würden die auf diese Art benutzten, beinahe werthlosen Kohlenrückstände in den Mineralölfabriken ein ausgezeichnetes Material zur Locomotivheizung und zur Eisenfabrikation abgeben.

Die erhaltenen Braunkohlenkoaks zeigten ebenfalls nicht unbedeutende Wirkung zur Entfärbung schwefelsaurer Indigoauflösung und zeigten eine ganz ähnliche Wirkung als die Knochenkohle zur Entfärbung des Runkelrübensyrups.

Alle die zu jener Zeit angestellten Versuche gaben die besten Resultate. Ein subalterner Grubenbeamter hatte dieselben auf seine Kosten angestellt und hoffte, daß die Gewerkschaft, gestützt auf diese erhaltenen Resultate, irgend ein industrielles Unternehmen begründen sollte, da die geförderte Braunkohle selbst, wegen Vorurtheil und billiger Holzpreise, keinen rechten Eingang finden wollte. Es vermehrte sich jedoch mit einem Male der Debit der Braunkohlen in erfreulicher Weise und blieben nun die mit vieler Mühe und Kosten erzielten Versuchs-Resultate unbenutzt und wurden beinahe vergessen. Es sollte sich ein jeder Beamter auf Braunkohlengruben zur Pflicht machen, auf mannigfaltigere Verwendung der Braunkohlen Rücksicht zu nehmen, und die vielleicht durch bereits angestellte Versuche erzielten Resultate zu veröffentlichen. Es mögen, wie in Frankenhausen, bereits an anderen Orten eine Menge derartiger Versuche angestellt worden sein, es mögen dabei oft Resultate erzielt worden sein, die man gerade nicht bezweckt hat und legt dann die Sache ruhig bei Seite, aber auch diese zufällig erhaltenen Resultate können für andere Zwecke vom größten Interesse und Werthe sein, weßhalb deren Veröffentlichung so höchst wünschenswerth ist.

Braunkohlenkoaks in Meilern.

Die Verkoakung der Braunkohlen nahm im Jahre 1856 der Bergfactor Leo an der Rhön vor und ist uns von demselben sein, auch später in der „Berg- und hüttenmännischen Zeitung" abgedruckter Aufsatz zur Benutzung überlassen worden.

Derselbe sagt: Die Darstellung der Braunkohlenkoaks ist bis jetzt nur an sehr wenig Punkten und in kleinen Quantitäten geschehen, indem sich zum Koaken die Schiefer-, Blätter- und Moorkohlen nicht eignen und nur Holzbraunkohlen und Pech und Gagat- oder Glanzkohlen zu verwenden sind, und geben solche einen Koak, der dem der backenden Steinkohle an Seidenglanz, Farbe, Porosität und technischer Brauchbarkeit nicht nur gleicht, sondern auch weit übertrifft.

Da eines Theils der Verschleuß der Rhön-Braunkohle im rohen Zustande kein großer ist, ich auch bereits unter Anleitung meines Vaters

andern Theils im Jahre 1847 Verkoakungen von Braunkohle zu Frankenhausen ausgeführt hatte, so fing ich gleich von Anfang meiner Anstellung zu Bischoffsheim an der Rhön an, dahin zu wirken, die Kohlen in größerer Menge zu verkoaken und so für Feuerarbeiter und Locomotiven brauchbar zu machen. Ich theilte meine Absicht dem Director der Thüringer Eisenbahn zu Erfurt, Herrn Stadtrath Herrmann mit, und wurde von solchem aufgefordert, sowohl eine größere Quantität von Braun- und Glanzkohlen roh, als auch Braunkohlenkoaks an die Direction der Thüringer Bahn zu senden, um Versuche mit solchen im Schmiedefeuer des Bahnhofes, als auch zur Heizung der Locomotiven zu machen.

Ich habe das Koaken in Meilern auf folgende Art vorgenommen:

Zuerst ließ ich eine, 25 Fuß im Durchmesser haltende Meilerstätte einebnen und die Sohle derselben mit Walkererde, da mir Thon oder Lehm fehlte, festschlagen. In der Mitte dieses Platzes ließ ich eine, nach oben verjüngte Esse aus hartgebrannten Backsteinen so aufsetzen, daß zwischen den Ziegeln Zwischenräume von 4 Quadratzoll blieben; oben auf das Ende dieser Esse ließ ich eine große, 1½ Fuß lange, 16 Zoll im Durchmesser haltende Drainageröhre von feuerfestem Thon setzen. Um diese Esse nun wurden die Braun- und Holzbraunkohlen kreisrund aufgestellt und zwar die Stückkohlen zuerst und die kleinen darüber. Auf die erste oder unterste Schicht folgte unter demselben Verhältnisse eine zweite, auf diese nun eine dritte und so fort, bis der Meiler in der Mitte eine Höhe von 4 Fuß hatte. Um dem Meiler eine abgerundete gefällige Gestalt zu geben, nimmt man zu den innern Reihen immer die größten Stücke, nach außen zu aber immer kleinere. Die leeren Zwischenräume zwischen den größern Stücken werden mit kleinen Kohlenstücken gut ausgefüllt; zuletzt macht man aus Kohlenklein und Meilerlösche eine Decke auf dem Meiler und wo letztere fehlt, von angefeuchteter Braunkohlenasche, 2 bis 4 Zoll stark. Die Decke wird angefeuchtet und mit einer Holzschaufel festgeschlagen, damit weder Rauch noch Flamme hindurch dringen können. Züge braucht man im Meiler nicht zu machen, denn die Kohlen brennen ein Mal entzündet, ohne zu verlöschen fort.

Nachdem der Meiler auf diese Art vollendet ist, wird derselbe angezündet, indem durch die Esse glühende Kohlen hineingeworfen werden und solche dann mit trocknem, kleingespaltenem Holze angefüllt wird. Die brennenden Kohlen und Holz entzünden, durch den Zug am Fuße des Meilers begünstigt, bald den ganzen Meiler, und 4 — 5 Stunden nach dem Anzünden brennt die ganze Kohlenmasse. Wenn der Meiler nicht vorher bedeckt war, welches man bei den schwer entzündlichen Kohlen erst dann thut, wenn der Meiler richtig im Brande steht, so muß dieses nun zur gehörigen Zeit geschehen, damit nicht eine zu starke Veraschung eintritt.

War die Meilerdecke schon vor dem Anzünden aufgeschlagen, so muß man, um das Verkohlen zu reguliren, die obere Oeffnung der Röhre nicht verschließen und stößt dann mittelst eines zugespitzten Holzes, vom obersten Kranze des Meilers anfangend, rund herum Räume (Zuglöcher) bis auf die Kohle, um dadurch das Verbreiten der Gluth zu beschleunigen und eine gleichmäßige Verkoakung zu erzielen. Sobald der Zweck erreicht ist, welches man dadurch erkennt, daß der aus den Löchern ziehende Rauch ganz hell und dünn ist und den bituminösen Geruch verloren hat, so schließt man die Löcher wieder und schlägt die Meilerdecke, indem man dieselbe befeuchtet, mit der Schaufel fest und sticht einen neuen Kranz von Löchern ein. Hier wird ebenso verfahren wie oben, bis die Löcher bis an den Fuß des Meilers gebracht hat; es wird überhaupt der Braunkohlen-Meiler ganz ähnlich behandelt, wie ein stehender Holz-Meiler, welcher von oben angezündet wird. Sobald die Verkohlung den Fuß erreicht hat, werden auch die Fußräume geschlossen und wird die Decke auf dem ganzen Meiler festgeschlagen, verstärkt aufgeworfen und zu gleicher Zeit stark angefeuchtet, sodaß auch nicht eine Spur von Rauch entweichen kann und das Feuer ganz erstickt wird.

Zur Verkohlung eines Braunkohlen-Meilers von obiger Größe gebraucht man von 24 bis 26 Stunden Zeit. Der Meiler bleibt nun noch 24 Stunden geschlossen stehen, um die Gluth gänzlich zu ersticken, weil die Kohlen sich gern, wenn sie noch heiß aus dem Meiler kommen, aufs Neue entzünden und die Koaks, wenn sie mit Wasser gelöscht werden, gern zerfallen.

Nach gehöriger Abkühlung reißt man den Meiler auf, sondert die Koaks von der Lösche und nachdem solche gehörig erkaltet sind, sodaß keine Selbstentzündung mehr erfolgen kann, magazinirt man dieselben. Ich habe auf diese Art 10 Stutz Braunkohlen und Lignite durch einander verkohlt und dem Volumen nach 8 Stutz gute, silberfarbig glänzende, wie Glas klingende Koaks erhalten, welche ein stängliches Gefüge wie Cannelkohle hatten. Dem Gewichte nach erhielt ich 25—26 Proc. Koaks, dem Volumen nach 75 — 80 Proc. Die Gagat- oder Pechkohle gab dem Gewichte nach 44 Proc. Koaks im Meiler, und waren solche, bis auf einige Stücke, die sich als wahre Anthracite bewiesen hatten, schön geflossen, und gaben große Stücken. Die schönsten Koaks erhält man von der Holzkohle und den Braunkohlen, wenn solche gut lufttrocken waren, wie sie in den Meiler eingetragen wurden.

Ich habe diese Koaks sowohl der Thüringer Eisenbahn, als auch umliegenden Feuerarbeitern zur Probe gegeben und von allen Seiten die Versicherung erhalten, daß solche selbst die besten buchenen Holzkohlen an Güte und Hitze übertreffen, und kann ab Grube der Stutz Koaks zu 10 bairischen Kubikfuß für 1 Fl. 30 Xr. verkauft werden. Es stellen sich die Kosten wie folgt:

8 Stutz Koaks von 10 Stutz Kohlen	=	3 Fl.	30 Xr.
Aufstellerlohn des Meilers sammt Esse	=	1 „	15 „

Koakslöhne des Meilers (ein Arbeiter kann 3 aufgestellte Meiler besorgen)	= — Fl. 48 Kr.
Für Gezähabnutzung rc.	= — „ 12 „
Stoppelkosten, Ausziehen und Magaziniren	= — „ 48 „
Summa:	6 Fl. 23 Kr.

Demnach kommt der Stutz Koaks auf circa 48 Kr. und wird ein Stutz 42 Kr. oder pro Meiler 5 Fl. 36 Kr. Ueberschuß erzielt.

Ich übersandte der Thüringer Eisenbahngesellschaft 10 Kubikfuß Braunkohle, 10 Kubikfuß Lignite, 10 Fuß Glanzkohle, 10 Kubikfuß Koaks aus Glanzkohle und 10 Kubikfuß Koaks aus Ligniten und wurden solche dort probirt. Es ergab sich, daß die Locomotiven mit allen Sorten gut geheizt werden konnten, wenn der Zug etwas gemindert wurde, indem außerdem die Flamme sammt Kohlen zum Schornsteine hinausgeführt wurden. Die Koaks wurden als ganz vorzüglich gerühmt, und wurde mit 10 Kubikfuß nicht nur die Maschine geheizt, sondern auch mit diesem Feuer sammt Tender von Erfurt nach Weimar gefahren, ohne nur im Geringsten wieder Kohlen auflegen zu müssen.

1 Pfund Braunkohlenkoaks erhitzt 73 bairische Pfund Wasser von 0° auf 80° R.

1 Pfund beste Zwickauer Koaks erhitzt 65 bairische Pfund Wasser von 0° auf 80° R.

Achter Abschnitt.

Steinkohlenkoaks.

Koaks werden die, durch Verkohlung der Steinkohlen dargestellten Kohlen genannt; sie sind wesentlich von der Holzkohle unterschieden, bedürfen zu ihrer Verbrennung eines sehr starken Luftstromes, sind aber ihrer großen intensiven Hitze als Brennmaterial, sowohl zur gewöhnlichen Hausfeuerung, als auch im Hüttenwesen und zur Feuerung der Locomotiven auf Eisenbahnen von außerordentlichem Werthe. Man unterscheidet Sand-, Sinter-, Back- und Gas-Koaks; erstere 3 Arten deuten auf die Kohlen, aus denen sie dargestellt werden; die letzteren sind die, in den Gasbereitungsanstalten in Retorten zurückbleibenden Koaks. Die Sandkoaks bilden kleinere, nur schwach glänzende Koaksstücke; Sinterkohlen haben mehr Glanz und das eigenthümlich gesinterte Ansehen; die Backkohlen einen metallisch schimmernden Glanz und ein schlackenartiges Ansehen; je silberfarbiger und stenglicher sie sind, desto lieber hat man sie; die Gaskoaks sind stets leichter als die andern. Die Verkoakung wird sowohl unter Zutritt der atmosphärischen Luft, als unter Absperrung derselben vorgenommen; die letztere

Art geschieht in Meilern, Haufen oder Oefen, die Verkoakung unter Absperrung der Luft erfolgt in Retorten.

Der kolossale Verbrauch von Brennmaterial, der in neuerer Zeit durch die Eisenbahnen und den höheren Aufschwung der Eisenindustrie herbeigeführt worden ist, hat die Nothwendigkeit herbeigeführt, den Steinkohlen und ihrer Verkoakung größere Aufmerksamkeit zu schenken. Die Kohlen selbst sind, wie wir in dem Abschnitte Steinkohlen gesehen, nicht nur in den einzelnen Lagen eines Flötzes höchst verschieden, sowohl in Ansehung ihres äußeren Ansehens, als ihrer innern chemischen Beschaffenheit. Ob eine Kohle sich zum Verkoaken eignet oder nicht, hängt von ihrem Verhältnisse des Wasserstoffes zum Sauerstoffe und dem größeren oder geringeren Gehalte an Kohlenstoff ab; stehen die beiden ersten Stoffe sich beinahe gleich, oder ist der Wasserstoff überwiegend und der Gehalt an Kohlenstoff groß, so ist auch die Backfähigkeit um so größer; deßhalb koaken auch die Kohlen um so besser, je mehr sie Bitumen enthalten; der Wasserstoffgehalt entweicht bei manchen Kohlen leicht an der Luft, dann koaken sie nur gut frisch gefördert. Auch die mineralischen Beimengungen tragen dazu bei, manche Kohlensorten weniger brauchbar zur Verkoakung zu machen, oder die dennoch dargestellten Koaks unfähig zu machen, beim Eisenhüttenwesen oder Locomotivenbetriebe verwendet werden zu können; auch das sorgfältigste Waschen oder Aufbereiten ist nicht im Stande, die in den Kohlen in dünnen feinen Lagen vorkommenden unreinen Beimengungen zu entfernen. Ein Haupterforderniß einer guten Verkoakung ist das Zerkleinern der Kohle zu einem gleichgroßen Korn, da die gemahlene oder gequetschte Kohle die schönsten Koaksstücke giebt; nur recht gute Backkohle schmilzt auch unzerkleint in große Stücke zusammen; der Hauptzweck der Verkoakung ist die Austreibung des Schwefels, sowie die Bildung möglichst großer fester Koaksstücke; beide Zwecke werden durch das Zerkleinen am besten erreicht. Je backender eine Kohle ist, desto ruhiger und langsamer muß die Verkoakung geführt werden; man schließt, um dies zu erreichen, allen Luftzutritt möglichst ab und wird dann nicht nur mehr, sondern auch festere Koaks erhalten. Erhitzt man eine gutbackende Kohle gleich vom Anfange zu sehr, so schmilzt das Aeußere derselben zu einer festen Kruste zusammen, der Kern bleibt aber todt; bricht man diese Kruste auf, so schlagen von allen Seiten Flammen heraus, und man sieht dann die todte Kohle im Innern; arbeitet man nun auch die Kruste auf, so bekommt man zwar noch gute Koaks, jedoch in viel geringerer Menge. Die Sinterkohlen verlangen, umgekehrt, die ersten 10 Stunden stärkeres Feuer und zuletzt Verminderung des Feuers, also gerade umgekehrt wie die gut backenden Kohlen. Allgemeine Vorschriften lassen sich in Bezug der Verkoakung nicht ertheilen; ein praktischer Koaker muß aus dem Gange der Verkoakung, aus der Flamme rc. beurtheilen können, wie er seine Verkoakung zu führen hat.

Es ist eine längst bekannte Erfahrung, daß je kleiner der Koaks-

ofen in seiner Sohle ist, desto größer verhältnißmäßig sein Ertrag ist, ebenso, je niedriger ein Ofen besetzt wird, daß er um so reicheren Ertrag giebt. Der einfache cylinderförmige Ofen mit Kuppelgewölbe, mit einer Sohle von 10 Fuß Durchmesser und einer Höhe von 5 Fuß bleibt immer der beste; ebenso verdienen die länglichen Oefen von 5 Fuß Breite und 5 Fuß Höhe mit sich entgegengesetzten Oeffnungen einen großen Vorzug, weil dieselben die Anwendung einer Schiebmaschine gestatten.

Die Verkoakung der Stückkohlen geschieht in Meilern und Haufen. Zur Meilerverkohlung im Allgemeinen eignen sich Kohlen, die zwischen Backkohlen und Sinterkohlen in der Mitte stehen; man erhält große Stücke aus denselben, die gleich gut zum Locomotiven-, wie zum Hohofenbetriebe zu benutzen sind. Man bringt die Koaksmeilerstätten entweder auf den Grubenhalden, in der Nähe der Hohöfen, oder auf Eisenbahnhöfen an. Auch zur Meilerstätte für Steinkohlen werden dieselben Erforderniße gestellt, als dies bei den Meilerstätten für Holz-, Torf- und Braunkohle der Fall ist. Ist die Sohle der Meilerstätte hergestellt, was durch Feststampfen einer Schicht Lehm und Kohlenlösche geschieht, so errichtet man soviel konische, 3 — 4½ Fuß hohe Essen, welche den später zu errichtenden Meilern als Quandelschacht dienen, als man Meiler machen will. Die Esse hat einen Durchmesser von 1 Fuß und ist mit mehreren Reihen Zuglöchern (Taf. XI, Fig. 1) b b versehen, durch welche der Canal mit der Kohlenmasse in Verbindung bleibt. Der obere Theil der Esse a hat keine Zuglöcher. Durch einen, auf der Essenmündung liegenden eisernen Deckel kann der Luftzug sofort unterbrochen werden. Um diese Esse werden nun die Steinkohlenstücke aufgestellt, und zwar die größten Stücke in der Nähe der Esse und die kleinern an der Peripherie des Meilers. Jedes Stück in den beiden untersten Schichten wird mit seiner Längenachse aufrecht und etwas gegen die Esse geneigt gestellt, und zugleich wendet man es mit einer seiner Querbruchflächen nach der Esse, wodurch man eine leichtere Entzündung der Steinkohlen bewirkt. Die größeren Stücke werden mit kleineren Kohlen ausgefüllt, und mit den letzteren bedeckt man auch den ganzen Meiler, wenn es die Beschaffenheit der Steinkohlen erfordert, mit einer 3 Zoll starken Decke von angefeuchteter Steinkohlenlösche, die man festschlägt. Zur Hervorbringung des nöthigen Luftzuges zur Verkoakung dienen die Esse und Canäle, die von derselben nach der Peripherie auslaufen und deren jeder Meiler von 18 — 20 Fuß Durchmesser 6 — 8 enthält, die beim Aufschichten der Steinkohlen unmittelbar auf der Sohle hervorgebracht werden, Fig. 2, Taf. XI.

Die Behandlung des Meilers beim Verkoaken ist verschieden. Nach der einen Verkoakungsmethode bedeckt man den Meiler mit einer 3 Zoll dicken, fest geschlagenen Schicht angefeuchteter Kohlenlösche, sodaß Rauch und Flamme, welche die Decke nicht zu durchdringen vermögen, durch den Essenschacht entweichen. Der Meiler bleibt so lange im

Treiben, als noch Rauch entweicht; danach wird die Essenmündung durch den eisernen Deckel verschlossen und die Mündungen der Zugcanäle werden mit Lösche bedeckt. Bei einem Meiler ohne Decke bedeckt man nur nach und nach die Stellen, wo keine Flamme sich mehr zeigt, bis endlich nach Verlauf von 18—24 Stunden die ganze Oberfläche des Meilers mit Lösche bedeckt ist; worauf man den Deckel von der Esse entfernt, damit die noch entwickelnden Dämpfe abziehen können. Nach etwa 3 — 4 Tagen werden die Koaks gezogen und gelöscht, vorher aber nach etwa 24 Stunden, vom Anfange an gerechnet, schließt man die Esse und die Zugcanäle und überläßt den Meiler der Abkühlung. In England und an vielen Orten in Deutschland beschleunigt man die Abkühlung durch Ueberschütten mit kaltem Wasser; es soll durch das Wasser noch eine bessere Entschwefelung bewirkt werden.

Das Koaksausbringen ist nach dem Gewichte für jede Steinkohlenart ein verschiedenes, und läßt sich durchaus keine allgemeine Regel für dasselbe aufstellen. Backkohlen vermehren ihr Volumen mehr oder weniger bedeutend, sodaß das Ausbringen nach dem Gemäßvolumen auf 110 — 120 Proc. steigen kann. Die Sinterkohlen verändern ihr Volumen merklich, während die Sandkohlen bisweilen bis gegen 10 Proc. abnehmen, was aber nicht ganz durch wirkliches Schwinden ihrer Masse, sondern auch durch Löschebildung verursacht wird.

Bei der Haufenverkoakung zieht man auf dem geebneten und mit einer Schicht von Lehm und Kohlenlösche bedeckten Platze parallele Schnuren, welche die Längenachsen der neben einander zu errichtenden Haufen vorstellen; längs der Schnur schlägt man zu beiden Seiten in einer Entfernung von 2 zu 2 Fuß 2 — 2½ Fuß lange Pfähle ein, welche nach der Aufstellung des Haufens herausgezogen werden und die Punkte angeben, an welchen derselbe angezündet wird. Besser ist es aber und ein vollkommener Luftzug wird erreicht, wenn zugleich einige gemauerte Essen angelegt werden. Man giebt den anzulegenden Haufen eine Breite von 10 — 14 Fuß und eine Länge von 60 — 200 Fuß; die Höhe beträgt etwa 3 Fuß. Die größten Steinkohlenstücke werden längs der Schnur gegen einander geneigt aufgestellt, wodurch ein, in der Längenachse des Haufens fortlaufender Luftcanal gebildet wird. Um die großen Stücke setzt man kleinere an; die kleinsten Stücke benutzt man zur Ausfüllung der leeren Räume und als Decke des Haufens. Ist der Haufen aufgesetzt, so werden die Pfähle entfernt und in die dadurch entstandenen Schächte brennende Steinkohlen geworfen, wodurch der Haufen nach 4 bis 6 Stunden völlig entzündet wird. Die bereits verkoakten Stellen werden an dem Erlöschen der Flamme und dem Ueberziehen der Stelle mit einer weißen Aschenschicht kenntlich und werden sorgfältig mit Lösche bedeckt. Nach 24 bis 48 Stunden ist gewöhnlich auf diese Art der ganze Haufen mit einer Decke von Lösche versehen. Es werden dann die Schächte oder Essenmündungen bedeckt und der Haufen 3 — 4 Tage lang der Abkühlung

überlassen, worauf das Koaksziehen beginnt. Im Ganzen weicht die Haufenverkoakung nur in der Form von der Meilerverkoakung ab, und es gelten dabei dieselben Vorschriften wie bei diesen; das Verkoaken in Haufen ist im Allgemeinen noch leichter, als in Meilern.

Die Ofenverkoakung zerfällt in die von Stück- und Staubkohlen, und der Zweck der Verkoakung ist entweder der, zu pyrotechnischem Gebrauche Koaks zu erhalten, oder der, Leuchtgas zu bereiten.

Zum Verkohlen von Stückkohlen wendet man in der Regel cylindrische, oben mit einer durchlochten Wölbung versehene Oefen an, die ringsum an ihren Wänden Registeröffnungen von $1\frac{1}{2}$ Zoll Weite haben, die mit gußeisernen Röhren ausgesetzt sind und von Außen mit einem gut passenden Stöpsel verschlossen werden können. Das Einsetzen der Steinkohlen erfolgt theils durch eine Thür an der Sohle, die alsdann bis auf einen Zündcanal vermauert wird, und theils von oben durch das Gewölbe, welche letztere Oeffnung mittelst eines Deckels verschlossen wird Das Feuer wird durch die Oeffnungen in der Ofenmauer regulirt, indem man zuerst die unterste Reihe öffnet und die übigen verschließt, darauf diese schließt und die höheren nach und nach öffnet.

Zu der Verkoakung der Stückkohlen in verschlossenen Räumen mit Ausschluß der Luft und mit Gewinnung der gasigen und flüssigen Bestandtheile, ist auch die Gasbereitung aus Steinkohlen zu rechnen. Die Verkoakung erfolgt in gußeisernen Retorten, welche in einem Ofen liegend und von außen glühend gemacht werden, worauf die gasigen und flüchtigen Bestandtheile durch eine Röhre sich entfernen, letztere sich niederschlagen, während jene gereinigt werden, um mit einer möglichst hellen Flamme zu brennen. Es kann jedoch unsere Absicht nicht sein, die Gasbereitung behufs der Beleuchtung zu beschreiben; wir betrachten vielmehr im gegenwärtigen Abschnitte die Gasbereitung als Nebensache, die dabei abfallenden Koaks aber als Hauptsache. Die Retorten haben gewöhnlich die Form eines liegenden lateinischen D = ⌓; sie werden von vorn mit Steinkohlen gefüllt, die Oeffnung wird alsdann mit einem Deckel und mittelst einer Lutirung luftdicht verschlossen; ist die trockne Destillation oder der Verkoakungsprozeß beendigt, so wird der Deckel abgenommen und die Koaks aus den Retorten gezogen. Die auf diese Weise bereiteten Koaks sind nur von geringem Werthe.

Die Verkoakung der Stückkohlen, außer in Gasanstalten, wird nur selten und nur da angewendet, wo man den dabei gewonnenen Steinkohlentheer selbst vortheilhaft gebrauchen kann, wie auf der großen Staatseisengießerei zu Gleiwitz in Oberschlesien es der Fall ist. Den zum Verkoaken von Stückkohlen auf dem Eisenhüttenwerke Gleiwitz in Schlesien gebräuchlichen Ofen zeigt die Fig. 1, Taf. XII, im verticalen Durchschnitt. Der cylindrische, oben mit einer durchlochten Wölbung versehene Verkoakungsraum A ist an seinen Wänden mit Registeröffnungen o o o versehen, welche von Außen mittelst passender

Stöpsel verschlossen werden können. Auch in der Ofensohle befinden sich solche Oeffnungen, wodurch dieselbe zu einer Art Rost wird. Mit größerem Vortheile wird jedoch die Sohle massiv gebaut, wenn man dafür sorgt, daß die unterste Reihe der Registeröffnungen unmittelbar über der Ofensohle ausmündet. Das Einsetzen der zu verkoakenden Steinkohlen geschieht theils durch die Gewölböffnungen b, theils durch die Thüren a; zuerst kommen größere Stückkohlen, wobei jedoch eine in der Thüröffnung ausmündende Zündgasse zur Aufnahme von brennenden Kohlen frei gelassen wird. Nachdem der Ofen bis zum untern Theile des Ableitungsrohres f gefüllt ist, wird die Thür bis auf die Mündung der Zündgasse vermauert, werden alle Registeröffnungen, mit Ausnahme der untersten Reihe, geschlossen, wird auch die Oeffnung des Gewölbes mit einem eisernen Deckel d bedeckt. Sobald sich nun die Steinkohlen durch die unterste Reihe der Registeröffnungen in rothgelber Gluth zeigen, schließt man diese und öffnet die darüber befindliche Reihe, was nach etwa 10 Stunden der Fall ist; nach abermals 10 Stunden schließt man die zweite Reihe der Registeröffnungen; nach 16 Stunden die dritte, und nach 3 Stunden die vierte. Der vollkommen verschlossene Ofen bleibt 12 Stunden zur Abkühlung stehen, alsdann öffnet man die Thür t, zieht die glühenden Koaks mit Haken heraus und löscht sie mit Wasser ab. Ein solcher Ofen faßt 35 — 40 Centner Steinkohlen; nach einem Durchschnitte von mehreren Monaten erhält man damit 53 Gewichts-Procente und 74 Gemäßvolums-Procente Koaks. Die Gase und Dämpfe entweichen durch das Rohr f nach einem Verdichtungsapparate, welcher, für je 2 Verkoakungsöfen gemeinschaftlich, die Theerdämpfe condensirt und aufnimmt, die Gase aber entweichen läßt. 1 Centner Kohlen giebt gegen 10 Liter Theer, dessen Verwendung jetzt zur Theerpappenfabrikation außerordentlichen Absatz findet.

Das Verkoaken der Staubkohlen geschieht entweder in offenen Oefen, oder in überwölbten Oefen. Das Verkoaken mit offenen Oefen ist an vielen Orten eingeführt, indem man vorzügliche Resultate davon erhalten hat. Die Oefen oder vielmehr Verkoakungsräume sind aus feuerfesten Ziegelsteinen aufgeführt, die Mauern sind 5 Fuß hoch, umfassen einen Raum von 8 Fuß Weite und 56 bis 64 Fuß Länge, der Boden oder die Sohle besteht ebenfalls aus Ziegelsteinen. Die Staubkohlen werden von der einen schmalen Seite in den Ofen gebracht, in 9 — 10 Zoll dicken Schichten aufgeschüttet, mit Wasser begossen und festgestampft. Durch runde hölzerne Stangen, die mit Oeffnungen an der langen Seite des Ofengemäuers in Verbindung stehen, werden dadurch Canäle gebildet, daß man Stangen auf die Sohle legt, die man später wieder herauszieht; mit dem Aufstürzen der Kohlen wird fortgefahren, bis der ganze Ofen gefüllt ist. Ein solcher Ofen nimmt 200—300 Tonnen (à 4 Scheffel preuß. Gemäß) auf. Oben werden die Staubkohlen mit einer 2 bis 3 Zoll dicken Lage von Kohlenlösche oder Lehm bedeckt. Die Entzündung erfolgt durch die Canäle, in

welche man kleingespaltenes kieniges Holz steckt. Nach einem Brennen von circa 8 Tagen sind die Koaks gar, und nachdem sie etwas abgekühlt sind, werden sie aus dem Ofen herausgebracht. Die in dem offenen Ofen bereiteten Koaks sind sehr dicht, deßhalb zum Hohofenbetriebe, zum Kupolofenbetriebe und zur Locomotivheizung besonders brauchbar.

Diese Art der Verkoakung ist zuerst im Lippe-Schaumburgischen zu Stadthagen ꝛc. gebräuchlich gewesen, später hat man sie mit vielem Glücke in Westfalen und am Rhein, auch in Sachsen und Schlesien eingeführt. Die Construktion der sog. Schaumburger oder offenen Oefen ist so einfach, daß es keiner Zeichnung bedarf, um sie zu verdeutlichen. Beim Besetzen wird sofort die eine schmale Seite des Ofens mit Ziegeln geschlossen; auf der entgegengesetzten offenen Seite werden Lagen von je 9 Zoll Stärke Staubkohlen mittelst Karren eingefahren und festgestampft; die Holzstangen, die die Züge bilden, sind konisch, an der hintern Seite 4 Zoll, an der vordern 6 Zoll stark, um dieselben wird die Staubkohle vorzüglich festgestampft. Das Auftragen, Begießen und Feststampfen der Staubkohlen in je 9 Zoll starken Lagen wird fortgesetzt, bis der Ofen völlig mit Kohle gefüllt ist. Die Decke wird mit Kohlenlösche gemacht, und zuletzt die Eintrageöffnung mit Mauerziegeln geschlossen. Hiermit ist das Besetzen des Ofens beendet; es werden nun die hölzernen Stangen aus den Zügen mit Sorgfalt herausgezogen, da von der Erhaltung der Züge das Gelingen der Verkoakung abhängig ist. Man zündet den Ofen an der, dem Luftzuge entgegengesetzten Seite an, innerhalb 6 — 8 Stunden ist der ganze Ofen in Brand und dirigirt man das Feuer durch Oeffnen oder Verschließen der Züge an der nöthigen Seite. Während der ganzen Verkoakungszeit muß der Koaker seine vorzügliche Aufmerksamkeit auf Erhaltung der Züge richten; die Beobachtung und Benutzung des Luftzuges beschleunigt die Arbeit. Die Löschdecke erhält in Folge der fortschreitenden Verkoakung Risse, welche man sorgfältig wieder schließt, um das Feuer nicht an diese Stellen zu leiten. Wie bereits erwähnt, werden die Koaks in Zeit von 8 Tagen gar, was theils an der durch die Züge herauskommenden weißen Flamme, theils daran zu erkennen ist, wenn man mit einem eisernen Spieße in die Kohlen sticht und die Kohlen hart und fest geworden sind. Ist dieser Zeitpunkt eingetreten, so werden alle Züge abgesperrt und verschlossen, worauf das Feuer in 36 — 48 Stunden erstickt. Das Herausbrechen der Koaks ist eine schwere Arbeit; man bedient sich dazu der bei allen Verkoakungen gewöhnlichen Gezähe, als der Spießhaken, Rechen und Schaufeln. Zuerst wird die Stirnmauer an derjenigen Seite abgerissen, woher der Wind weht, damit er die sich entwickelnden Dämpfe fortführt, dann wird der Koak mittelst der Spießhaken herausgebrochen und dabei fortwährend mit Wasser begossen. Die Koaker leiden sehr durch die Hitze und Schwefeldämpfe. Die Koaks bestehen aus großen stenglichen Stücken, sie sind besonders in der obern Lage von ausgezeichneter

Schönheit, schön geflossen, dicht und hart. Pro Tonne Koaks erhält man ein Gewicht von 2 $2\frac{1}{2}$ Centner, das quantitative Ausbringen giebt jedoch einen Verlust von circa 20 Proc. Ausgezeichnet sind diese Koaks zum Kupolofenbetriebe, ebenso zur Heizung der Locomotiven, und werden dieselben hauptsächlich auf der Hannöverschen und Braunschweiger Bahn benutzt.

Der Nachtheil, welchen die offenen Oefen haben, ist ein großer Kohlenverbrand. Bei widrigem Winde und bei schwüler Luft hat das Anzünden dieser Oefen oft große Schwierigkeit; man ist daher darauf verfallen, Gebläse zur Belebung des Feuers in den Zügen anzuwenden, und haben sich hierzu Ventilatoren am besten bewährt, und erspart man durch sie viel an Zeit und Geld.

Die eigentlichen Koaksöfen, welche oben mit einem Gewölbe geschlossen sind, haben sehr verschiedenartige Einrichtungen. Die einfachsten Oefen dieser Art sind die Koaks-Backöfen, da sie große Aehnlichkeit mit den Backöfen unserer Bäcker haben. Der Herd hat eine ovale Gestalt, der Ofen selbst ist vorn mit einer Oeffnung versehen, die mit einer eisernen Thür verschlossen wird; in dem Gewölbe befinden sich 2 Oeffnungen, die eine vorn, die andere hinten, zur Abführung der gasförmigen Verbrennungsprodukte; die nöthige Luft dringt durch die Ritzen der Thür ein; man baut stets mehrere solcher Oefen zusammen in ein Mauerwerk; ein Ofen nimmt circa 5 preuß. Zolltonnen Staubkohle auf, die eine, etwa 1 Fuß starke Schicht auf der Ofensohle bilden, und welche nach 24 Stunden gar gebrannt sind. Aus 100 Gewichtstheilen Steinkohle erfolgen circa 65 Proc. Koaks. Man hat Koaks-Backöfen so angelegt, daß die Verbrennungsprodukte, ehe sie ins Freie gelangen, mittelst Canälen unter der Sohle hindurchströmen, sodaß sie die Sohle heizen, welches einen sehr guten Einfluß auf den Gang der Verkoakung übt und diese Oefen geschickt macht, auch feuchte Staubkohlen zu verkoaken.

Fig. 1 und 2, Taf. XIII, giebt einen Aufriß und Durchschnitt mehrerer in ein Gemäuer eingebauter Koaks-Backöfen, von denen oft eine ganze große Reihe zusammengebaut sind. Jeder einzelne Backofen ist ein, aus Ziegelsteinen gemauerter, oben gewölbter viereckiger Raum, 12 Fuß breit und 10 Fuß tief; die Sohle hält 120 Quadratfuß, der Ofen ist 10 Fuß hoch. Der Ofen ist 2 Fuß stark aus feuerfesten Steinen; im Mittelpunkte des Gewölbes befindet sich eine $2\frac{1}{4}$ Fuß weite Oeffnung a und eine 2te b b am Boden in der Vorwand zum Eintragen der Kohlen, welche mit einer Thür versehen ist und 3 Fuß ins Quadrat hat Die Oeffnung a ist mit einem eisernen Ringe, die Oeffnung b aber mit einem eisernen Gewande versehen, welches nach außen einen Falz c bildet, worin sich die Thür bewegt. Diese ist ein mit Backsteinen ausgemauerter Rahmen, welcher als Schieber in c geht und bei d aufgehängt durch den Hebel e und seine Kette f bewegt wird. In der Mauerung der Thür sind eine Anzahl Oeffnungen g g angebracht; fehlen diese, so sind die Thürrahmen nicht ausge-

mauert, sondern nur lose mit Ziegeln zugesetzt, sodaß die Fugen hinreichend Luft einlassen. Die Arbeit in solchen Oefen geht Tag und Nacht und wird nur dann und wann durch nöthig werdende Reparaturen unterbrochen. Der Ofen wird durch die offene Thür mit 2 Tonnen Steinkohle besetzt, welche gerade bis zur Basis des Gewölbes reichen; oben werden dieselben mit der Krücke breit gezogen. Sobald die Einsatzthür niedergelassen wird, fangen die Kohlen Feuer und ein dicker Qualm dringt aus der offenen Gewölbeöffnung, welche erst gegen das Ende geschlossen wird, indem der Ofen noch von der vorigen Ladung rothglühend ist; die Hitze der Wände entzündet die neue Ladung, es strömt atmosphärische Luft durch die Oeffnungen g g ein, entzündet die Kohlendämpfe und erhöht die Hitze. Nach 3 Stunden ist die Hitze so weit gestiegen, daß man genöthigt ist, die untere Oeffnung g g zuzustreichen, welche fortwährend bei g g ein- und bei a ausströmt. Am zweiten Morgen, oder 24 Stunden nach Beginn der Ladung, verstreicht man auch die obern Löcher, — sodann bleibt der Ofen noch 12 Stunden mit offener Gicht a stehen, während die Gase und Dämpfe aus den Kohlen vollends durch die vorhandene Hitze ausgetrieben werden und als Flamme oben ausstrahlen; sobald die Flamme oben aufhört, schließt man a mit einer Eisenplatte und beschüttet solche mit Sand, um das Feuer allmählig zu dämpfen. Im Ganzen gehen vom Laden des Ofens bis zum Ziehen der Koaks 48 Stunden vorüber; die noch glühenden Koaks werden mit einer Krücke durch die geöffnete Thür in eiserne Karren gezogen, sogleich gelöscht und weiter transportirt. Sobald die letzten Koaks herausgezogen sind, wird der Ofen rasch wieder gefüllt, und die Arbeit von Neuem begonnen. Man richtet es stets so ein, daß, wenn ein Ofen gezogen wird, der andere im Treiben ist, um die Arbeit gleichmäßig zu vertheilen.

Bei der Leipzig-Dresdner Eisenbahn zu Riesa bedient man sich der, Taf. XIV, Fig. 1, im vertikalen Durchschnitt gezeichneten Oefen. Der Verkoakungsraum ist 10 Fuß hoch und an der Sohle 10 Fuß breit. Die 3 Fuß hohe und ebenso breite Thüröffnung kann durch die eiserne Thür d verschlossen werden, in deren oberem Theile sich vier neben einander liegende Zuglöcher befinden Der Schornstein b ist etwas höher als 3 Fuß. An jeder Seite der Thüröffnung ist ein eiserner Haken c im Mauerwerk fest gemacht, welche eine Eisenstange halten, auf welche der Arbeiter beim Ausziehen das Gezähe stützt. In einem solchen Ofen werden 50 Dresdner Scheffel Staubkohlen in 72 Stunden verkoakt; bei dieser Quantität erhält man feste Koaks; verringert man aber den Einsatz, so entsteht weniger Druck und es bilden sich leichtere Koaks.

Zu Zauckerode bei Dresden hat man einen Kohlen-Backofen von der Gestalt Fig. 2, Taf. XIV im Gebrauche. Die Sohle des Verkoakungsraumes ist kreisförmig und spitzt sich gegen die Thür etwas zu. Die verschiedene Höhe der vertikalen Seitenwände wird durch das cylindrische Gewölbe c bestimmt, welches in seinem höchsten Punkte

$3\frac{1}{4}$ Fuß über der Herdsohle liegt. Die Gase entweichen durch zwei 4 Fuß hohe Essen ins Freie. Die Thür besteht aus 2 gußeisernen Flügeln, welche die Thüröffnung aber nicht ganz verschließen, sondern den obersten Theil derselben offen lassen, wodurch die Luft in das Innere des Ofens treten kann; e ist ein eiserner Haken zum Aufstützen der schweren Gezähstange.

In Saarbrücken und auf mehreren französischen Eisenhüttenwerken bedient man sich Oefen nach dem Vertikaldurchschnitt Fig. 3, Taf. XIV und dem Grundriß Fig. 4, Taf. XIV. Die Sohle dieser Verkoakungsöfen ist eiförmig; ihr Längendurchmesser beträgt 9 Fuß, ihr Breitendurchmesser 5 Fuß, die größte Höhe des Ofenraumes nur 3 Fuß. Der $1\frac{1}{4}$ Fuß hohe Schornstein dient auch zugleich zum Einschütten der Kohle. Auf eine eigenthümliche Weise hat man bei diesem Ofen den Luftzug regulirt. In der Höhe von 14 Zoll über der Herdsohle läuft ein hufeisenförmiger Luftzug um den Ofenraum, der zu beiden Seiten der Thür t in o′ und o′ ausmündet. Die in diese Oeffnung strömende Luft vertheilt sich durch 9 Quercanäle und strömt in den Ofenraum. Die Thüre t verschließt die Oeffnung fast vollkommen. Ein Einsatz von 40 — 50 Kubikfuß Backkohlenklein braucht in einem solchen Ofen 24 Stunden zur Verkoakung.

In neuerer Zeit hat man die, aus den Verkoakungsöfen entweichenden Gase zur Feuerung von Dampfkesseln oder zum Brennen von Ziegelsteinen angewendet. Gewöhnlich liegt dann über einer Partie von 8 solchen Oefen, von denen je 4 und 4 mit den Rückwänden an einander stoßen, in einem eigens dazu zugerichteten Ofen mit Esse ein cylindrischer Kessel, und wenn von den 8 Verkoakungsöfen nur 5 in fortwährend abwechselndem Betriebe sind, so reichen zur Feuerung eines Kessels die sonst ganz ungenutzt entweichenden Gase vollkommen hin. Gewöhnlich liegen auf Hüttenwerken die Verkoakungsöfen in der Nähe der Hohöfen, und da mehrere derselben wenigstens 4 Reihen solcher Doppelöfen erfordern, um die zum Hohofenbetriebe nöthigen Koaks zu beschaffen, so kann man durch dieselben auch so viel Dampf erzeugen, daß eine recht kräftige Gebläsemaschine mit Dampf in Betrieb gesetzt werden kann. Liegen die Verkoakungsöfen bei den Schächten, oder liegen sie auf Eisenbahnhöfen, so können ihre entweichenden Gase ebenfalls benutzt werden, um Dampfmaschinen in Bewegung zu setzen, da man auf allen diesen Punkten Triebkräfte bedarf, und erspart folglich durch Benutzung dieser sonst verloren gehenden Gase sehr viel an Brennmaterial.

Bevor ein Verkoakungsofen in Betrieb gesetzt wird, muß er erst gehörig ausgetrocknet werden, auch dürfen die ersten Ladungen von einem neuen Ofen nur die Hälfte von den gewöhnlichen betragen; versäumt man dies, so zertreibt man den Ofen und erhält schlechte Koaks. Man bringt zuerst in einen Ofen nur eine Ladung von 1 Fuß Höhe, verschließt mehrere Abzugsöffnungen und läßt nur die

mittlere offen; nachdem hierauf die Ladung durch glühende Kohlen entzündet worden, verschließt man auch die Thüren.

Der Koaksbetrieb hat 3 Perioden. Während der ersten, die sich durch Wasserentwicklung auszeichnet und deren Dauer $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ Stunde beträgt, sind die Thüren geschlossen, jedoch nicht verschmiert und die Esse ist halb geöffnet. In der zweiten Periode, die ebenfalls $1\frac{1}{2}$ Stunde beträgt, erfolgt vollständige Entzündung der Kohlen und findet dabei eine unvollständige Verbrennung der Gase statt. Aus der Esse strömt eine rothe Flamme mit vielem Rauch, sie muß ganz geöffnet sein. Sobald die Gase gut brennen, tritt die dritte Periode ein, die Flamme ist dann weiß und ohne Rauch, und die Steinkohlen sind auf eine Stärke von 3 Zoll von der Oberfläche nach Innen in Gluth gerathen; nun werden die Thüren verschmiert, während die Essen noch immer geöffnet bleiben. Ist endlich die Flamme erloschen, was vielleicht 17 Stunden nach der Ladung der Fall ist, so wird auch die Esse verschlossen und man läßt den Ofen noch 7 Stunden ruhig stehen, worauf man die Arbeitsthüren öffnet, die Koaks aus dem Ofen auf eiserne Platten zieht, die vor demselben auf den Boden gelegt sind, und gießt dieselben mit Wasser aus.

Die Verkoakungsarbeiten sind äußerst anstrengend, zumal die Arbeiter fortwährend einer großen Hitze ausgesetzt sind, fortwährend durch Dämpfe incommodirt werden, die Arbeit selbst aber viel Kraft und Geschicklichkeit erfordert. Das schicklichste Alter für die Koaksarbeiter ist vom 25. bis 30. Lebensjahre; jüngere Männer haben die nöthige Kraft und Ausdauer zur Koaksarbeit nicht und gehen bald zu Grunde; sind die Arbeiter einmal die Arbeit gewohnt und ist ihr Körper kräftig und frei von jedem organischen Fehler, dann halten sie lange bei dieser Arbeit aus. Besonders anstrengend ist das Aufbrechen und Herausziehen der Koaks.

In Belgien hat man in neuerer Zeit sehr wesentliche Verbesserungen im Koaksbetriebe gemacht. Ein solcher Fortschritt sind auch die Bourg'schen Oefen zu Bois le Luck. Sie sind zum Ausschieben eingerichtet, haben also auf beiden schmalen Seiten Thüren. Es entstehen hierdurch bei den 2 Etagen mehrere Schwierigkeiten, (die Bourg'schen Oefen haben nämlich 2 Etagen über einander), da die aus der obern Etage ausgeschobenen Koaks sogleich bis auf die untere Sohle fallen, wodurch viele kleine Koakscinders entstehen. Die Maschine zum Ausschieben ist sehr complicirt; sie bedient beide Herdreihen, ist mit Zahnstangen und zwei Kolben versehen, welche im Niveau der beiden Herdsohlen liegen, während sich der Dampfcylinder nebst Zahnrädern und Vorgelege zwischen beiden befindet und durch eine leicht auszuschiebende Verkuppelung entweder die obere oder die untere Zahnstange in Bewegung gesetzt wird. Obgleich in der Anlage die Maschinen zum Ausschieben der Koaks sehr theuer sind, so werden sie doch jetzt auf großen Koakereien häufig angewendet, da sie eine der sauersten und anstrengendsten Arbeiten verrich-

tet; man findet eine solche auf der Grube „Duttweiler" bei Saarbrücken, auf der Hörder Hütte in Westfalen ꝛc. Sie werden durch eine kleine, auf einem Wagen liegende locomobile Dampfmaschine bewegt, wozu man den Dampf mittelst eines Schlauchrohres aus den Dampfkesseln entnimmt, die über den Verkoakungsöfen liegen.

In Oberschlesien hat man durch Einführung von Wasserdämpfen und erhitzter Luft in die Verkoakungsöfen den Verkoakungsprozeß beschleunigt, ein günstigeres Ausbringen, von Schwefel reinere und bei weitem dichtere Koaks erlangt; ebenso zeigte sich bei Versuchen, die man im Plauenschen Grunde mit den dortigen, äußerst schwefelreichen Koaks durch Einführung von Wasserdämpfen anstellte, äußerst günstig. In neuester Zeit ist vorgeschlagen worden, die Staubkohlen mit $\frac{1}{3}$ ihres gepülverten kohlensauren Kalkes zu vermischen und dann zu verkoaken, wenn dieselben sehr schwefelreich sind; es soll sich der größte Theil des Schwefels so an den Kalk binden, daß die Verwendung dieser Koaks beim Hohofenbetriebe keine nachtheiligen Folgen hinterläßt.

Die Koaks bilden, wenn sie zweckmäßig dargestellt worden sind, eine gleichartige, dichte, feste Masse, die nur schwer zu zerbrechen oder zu zerdrücken ist und keine allzu großen Blasenräume enthalten darf. Koaks aus backenden Stückkohlen in Meilern dargestellt zeigen Blumenkohl ähnliche Contouren — die in Oefen dargestellten Koaks sind stets dichter als die Meiler- oder Haufenkoaks. Ihre Farbe ist stets schwarzgrau bis eisengrau, der Glanz ein matter Metallglanz, — Schwefel darf sich in guten Koaks nur in sehr geringer Menge finden; in der Steinkohle selbst kommt der Schwefel häufig als Schwefel- oder Eisenkies vor; während des Koakens verflüchtigt sich aber nur ein Theil des Schwefels und es bleibt ein Theil Schwefeleisen zurück, welches noch fähig ist, an erhitztes Eisen oder Kupfer Schwefel abzugeben, Metallstäbe oder Bleche zu zerstören, oder auf das Roh- und Puddeleisen schädlich einzuwirken. In Gegenden, wo man billige Salzsäure haben kann, hat man mit dem günstigsten Erfolge versucht, das Schwefeleisen der Koaks, sowie sie aus dem Ofen kommen, durch Salzsäure zu zersetzen. Man wendet auch Kochsalz an, vermischt dies vor dem Verkoaken mit der Staubkohle. Die mittlere Zusammensetzung guter gewöhnlicher Koaks ist folgende:

Kohlenstoff	85 — 92 Proc.
Asche	3 — 5 Proc.
Hygroskopisches Wasser	5 — 10 Proc.

Die Brennbarkeit der Koaks ist wegen ihre Dichte und wegen ihres Mangels an brennbaren Gasen so gering, daß sie zu ihrer Entzündung starke Glühhitze und zum Fortbrennen einen gepreßten Luftstrom verlangen. Flammbarkeit zeigen die Koaks uns in denselben Verhältnissen wie die Holzkohle. Ihr Wärmeeffect und ihr specifisches Gewicht gehen aus folgender Tabelle hervor:

Kohlensorten.	Wärme-Effect. absoluter	specifischer	pyrom.	Specif. Gewicht.
Gute Koaks mit 10 % hygroskopischem Wasser und 3 % Asche,	0,84	—	2330°	—
Vorzügliche Koaks mit 5 % hygroskopischem Wasser und . . . . 3 % Asche,	0,92	—	2400°	—
Dergleichen ohne Wasser und mit . . . . . 5 % Asche,	0,97	—	2450°	—
Sandkoaks ohne Wasser und mit . . . . . 5 % Asche,	—	0,46	—	0,48
Sinterkoaks ohne Wasser und mit . . . . . 5 % Asche,	—	0,41	—	0,43
Backkoaks ohne Wasser und mit . . . . . . 5 % Asche,	—	0,33	—	0,35

Nach Berthier reducirten:

1 Theil Koaks von Etienne	. .	28,5 Theile Blei,
1 „ „ „ Bessages	. .	28,4 „ „
1 „ „ „ Rive de Gier		26,0 „ „
1 „ Gaskoaks von Paris	. .	22,2 „ „

Nach einer großen Anzahl auf preußischen Hütten angestellter Versuche sind bei einem, mit erhitzter Luft stattfindenden Hohofenbetriebe:

100 Gewichtstheile Koaks = 80 Gewichtstheilen Holzkohlen
100 Volumentheile Koaks = 250 „ „

Nach den Ermittelungen von Brix verwandelte 1 Pfund Meilerkoaks (unvollständig verkoakt) mit 5 — 6 Proc. Wasser und 2,4 bis 4,3 Proc. Asche, 7,15 bis 7,58 Pfund Wasser von 0° in Dampf von 110 bis 116° C.

Neunter Abschnitt.

Die Gasfeuerung.

Der Benutzung der brennbaren Gase in der Industrie und zum häuslichen Bedarfe wird in der Neuzeit eine sich mehr und mehr steigernde Aufmerksamkeit geschenkt; die Vorzüge, die die brennbaren Gase als Feuermaterial bieten, finden immer größere Würdigung. Mag der allgemeinen Verbreitung der Gasfeuerung einerseits noch Unwissenheit, andererseits Vorurtheil und Bequemlichkeit entgegen wirken, sie ist und bleibt für einen großen Theil des europäischen Festlandes, namentlich aber für diejenigen Gegenden unseres deutschen Vaterlandes, die nicht mit reichen Steinkohlenablagerungen gesegnet sind, die einzige rationelle Feuerungsweise. Bei dem gegenwärtigen Heizsysteme erfolgt stets ein großer Wärmeverlust; diesem Verluste abzuhelfen giebt es kein anderes Mittel, als die Brennmaterialien in Gase zu verwandeln und

sie in diesem Zustande mit der nöthigen Quantität Luft an den Heizflächen zu verbrennen. Das Verbrennen der Brennmaterialien in Gasform eignet sich nicht nur zu industriellen Operationen aller Art, als zum Heizen von Dampfkesseln, zum Brennen aller irdenen Waaren, vom Ziegelstein bis zum feinsten Porzellan, des Kalkes, des Gypses, der Cemente, zum Schmelzen des Glases, zum Rösten und zur Reduction von Erzen, zum Schmelzen der Metalle, zur Affinirung derselben, zum Sieden der Salze, zum Heizen der Brau- und Färbekessel, zum Brennen des Branntweins, zum Puddeln, Schweißen und Walzen der Metalle, zum Hohofenbetriebe rc., sondern auch zum Heizen und Kochen in der Hauswirthschaft.

Nach den Heizsystemen, die sich noch gegenwärtig in Anwendung finden, legt man das Brennmaterial auf einen Rost, welcher dem zu heizenden Gegenstande mehr oder weniger nahe ist, und bewirkt die Verbrennung mittelst eines Luftstromes, den man unter diesem Roste mehr oder weniger kräftig streichen läßt. Da die Roststäbe aber eine größere Quantität unzersetzter Luft durchstreichen lassen, so entzieht diese den Heizflächen eine große Quantität Wärme; unter anderen Umständen reicht die zugeführte Luft nicht zu, die brennbaren Gase zu zersetzen, es entsteht Rauch und dieser Rauch ist nichts Anderes, als ein ungenutzt entweichendes Brennmaterial. Genau kann man den Verlust nicht schätzen, den man auf diese Art an Brennmaterial erleidet, aber unter 50 bis 60 Proc. ist er nicht zu veranschlagen. Bei dem Glühen der Braun- und Steinkohlen, des Holzes, Torfes rc. entwickelt sich eine große Menge beider Kohlenwasserstoffgase, die bei der Verkohlung und Verkoakung ganz unnütz verschwendet werden; in dem Hoh- und Kupolofen werden Kohlen und Koaks kaum mit $\frac{5}{8}$ ihres Brenngehaltes ausgenutzt, indem die Kohlensäure bei Umwandlung in Kohlenoxydgas einen großen Theil Kohlenstoff mit sich fortnimmt, und dieses Kohlenoxydgas weicht ungenutzt ins Freie; wandelt man die rohen Brennmaterialien in Gas um, so erhält man bei naturgerechtem Verbrennen dieses Gases den vollen Brennwerth derselben.

Schon seit einer Reihe von Jahren hat man brennbare Gase und Gasgemenge als Brennmaterial auf Hüttenwerken in Vorschlag gebracht, aber erst der neuesten Zeit war es vorbehalten, eine praktische Ausführung damit zu machen. 1821 erhielt Aubertat (Annales des mines XXXV, 375) ein Patent, die entweichenden Gichtgase zu metallurgischen Zwecken zu benutzen. Lampadius hatte schon im Jahre 1801 die Möglichkeit nachgewiesen, die bei der Verkohlung des Holzes entweichenden brennbaren Gase zu benutzen, und stellte 1829 Versuche an, mit denselben Werkblei abzutreiben. Allgemeinere Anwendung der brennbaren Gase als Brennmaterial bewirkten die von Fabre du Faur zu Wasseralfingen fortgesetzten Versuche, die entweichenden Gichtgase des Hohofens zum Schmelzen und Frischen von Eisen, zum Ausschweißen des gefrischten Eisens in Flammenöfen rc. zu verwenden. Alle Schwierigkeiten, die der Anwendung dieser Gase entgegen stehen, sind

zwar noch nicht überwunden, jedoch ist ihnen bereits eine sichere Zukunft bereitet, sie werden und müssen die erste Stelle unter den Brennstoffen einnehmen. Karsten sagt in seinem „Handbuch der Eisenhüttenkunde", Band IV, S. 271, schon im Jahre 1841: Man werde wahrscheinlich bald dahin gelangen, solche Brennmaterialien, die wegen geringer Brennkraft oder wegen ihrer physikalischen Beschaffenheit als directes Brennmaterial nicht anwendbar sind, in besonderen Vorrichtungen zu verbrennen und das dabei erzeugte Kohlenoxydgas zum Frischen des Roheisens und zu den Schweißarbeiten für das gefrischte Eisen anzuwenden. Die Anwendung des Kohlenoxydgases zum Puddeln gewähre überhaupt nach den, bis jetzt schon bekannt gewordenen Resultaten so große Vortheile und trage zur Verminderung des Eisenverlustes, sowie zur Verbesserung des Eisens so wesentlich bei, daß man sich bald nicht mehr auf die, immer nur zufällige Benutzung des aus den Hohöfen zu entnehmenden Kohlenoxydgases beschränken, sondern den Puddlingprozeß mit absichtlich erzeugtem Kohlenoxydgas ausführen werde. Sollte auch durch die absichtliche Erzeugung und Anwendung von Kohlenoxydgas keine Ersparung an Brennmaterial entstehen, obgleich eine solche zu erwarten ist, so werden die großen Vortheile der absichtlichen Gaserzeugung für die verschiedenen Operationen der Frischarbeit immer noch in der Verminderung des Eisenverlustes und in der Gewinnung von vorzüglichem Eisen bestehen.

Die in der Technik bereits als Brennmaterial angewendeten Gase sind außer dem gewöhnlichen Leuchtgase entweder Gichtgase oder Generatorgase. Unter Gichtgasen versteht man jede Flamme, die bei hüttenmännischen Operationen ungenutzt entweicht; Generatorgase hingegen sind solche Gase, welche man in einem besondern Ofen oder Apparate erzeugt; es findet dabei eine trockne Destillation und Reduction statt, wenn man Brennmaterialien anwendet, deren Grundlage (Kohlenstoff) von Substanzen begleitet ist, die durch die Wärme sich schon verflüchtigen lassen, während der Kohlenstoff nur durch die vereinigte Wirkung der Luft und der Wärme zersetzt werden kann. Man erhält dann mit den gekohlten Wasserstoffarten zugleich auch Kohlenoxyd und die gleichzeitige Wirkung der beiden Erscheinungen. Die Destillation und die Reduction erzeugen eine Gasmischung, deren Verhältnisse sehr schwierig zu bestimmen sind, die aber, was die Hauptsache ist, sehr brennbar sind und sehr stark heizen. Wendet man Brennmaterialien an, deren Hauptbestand Kohlenstoff ist, wie magere Steinkohlen, Anthracite oder Holzkohle, Koaks rc., so erhält man bis auf eine geringe Quantität Wasserstoff, welche selbst die trockensten Brennmaterialien begleitet, fast einzig und allein Kohlenoxydgas, ein Gas, welches sehr brennbar und sehr heizend ist. Es ist bekannt, daß, wenn man ein Brennmaterial unter Zuströmung von atmosphärischer Luft auf einem Roste verbrennt, der Sauerstoff der Luft sich zuerst mit dem Kohlenstoffe des Brennmateriales zu Kohlensäure verbindet und daß letztere, indem sie sich auf ihrem Wege durch die glühende Schicht mit einem neuen Antheile

Kohlenstoff verbindet, in Kohlenoxydgas umgewandelt wird. Soll diese Erscheinung vor sich gehen, so muß das Brennmaterial zersetzt werden, damit seine kleinsten Massentheilchen, d. h. der Kohlenstoff, sich mit dem Sauerstoffe der Luft verbinden, während die fremdartigen Körper als Asche ausgeschieden werden. Darin besteht nun die Reduction, während bei der Destillation bloß Abscheidung der Elemente, aus denen das Brennmaterial zusammengesetzt ist, stattfindet, d. h. Ausgebung von Substanzen, welche sich in gasförmiger Gestalt verflüchtigen lassen, während die festen Theile, der Kohlenstoff, im Apparate in Gestalt von Kohle zurückbleiben, wenn man Holz angewendet hat, und als Koaks, wenn man mineralisches Brennmaterial angewendet hat. Aus dem eben Gesagten ist nun auch erklärlich, wie, wenn man fette Steinkohlen anwendete, zu gleicher Zeit Destillation und Reduction stattfindet. Während die auf dem Roste befindliche Brennmaterialienschicht in unmittelbarer Berührung mit der Luft steht, in Kohlensäure zerlegt wird, die sich dann bald in Kohlenoxyd umwandelt, destillirt die höher liegende Schicht einzig und allein durch die Fortpflanzung der Wärme. Nachdem ihr nun so alle flüchtigen Substanzen entzogen worden sind, sinkt sie während des Fortganges der Verbrennung immer tiefer gegen den Rost herab, wo sie dann weiter nichts mehr enthält, als ihren festen Bestandtheil, der nun, wie wir oben erklärt haben, seinerseits bei der Berührung der Luft reducirt wird. Hier erfolgt also die Zersetzung des Brennmaterials in zwei verschiedenen Zeiten; zuerst beginnt die Destillation, dann folgt die Reduction. Die durch Destillationsapparate erzeugten Gase werden wegen ihrer größeren Leuchtkraft zur Beleuchtung benutzt, während die im Reductionsapparate erzeugten Gase nur eine brennbare, wenig leuchtende, Gasmischung sind.

Das erzeugte Kohlenoxydgas bietet den Vortheil dar, daß man es mit geringen Kosten durch Leitungsröhren vom Orte der Production zum Orte des Verbrauches schaffen kann.

Mit dem Namen Gichtgase bezeichnet man, wie bereits oben erwähnt, alle bei metallurgischen Prozessen entweichenden Gase; ihre Zusammensetzung richtet sich selbstverständlich nach dem angewendeten Brennstoffe, nach der Temperatur und dem Drucke der Verbrennungsluft und nach der Höhe über der Form, in welcher die Gase aufgefangen wurden. Sie sind stets Gemenge von Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoffen, Wasserstoff, Kohlensäure und Stickstoff. Bei Anwendung mineralischer Brennstoffe enthält das Gasgemenge auch Ammoniak. Nach Scheerer kommen folgende Zusammensetzungen der Gichtengase dem Gewichte nach mit den beigefügten Wärmeeffecten vor. („Wagners Technologie.“)

Gichtgase aus	Holzkohlen A.	Holzkohlen B.	Koaks	Steinkohlen.
Stickstoff	63,4	59,7	64,4	56,3.
Kohlensäure	5,9	19,4	0,9	15,2.

Gichtgase aus	Holzkohlen A.	Holzkohlen B.	Koaks	Steinkohlen.
Kohlenoxyd	29,6	20,2	34,6	21,5.
Grubengas (C_2 H_4) . .	1,0	0,3	—	4,2.
Wasserstoff	0,1	0,4	0,1	1,0.
Oelbildendes Gas (C_4 H_4)	—	—	—	1,8.

Ihr Wärmeeffect ist folgender:

Gichtgase aus Holzkohle A	1255° pyrom.,	0,000105 specif.,	0,081 absol.
Gichtgase aus Holzkohle B	1075° "	0,000078 "	0,0600 "
Gichtgase aus Koaks . .	1265° "	0,0001 "	0,[illegible]77 "
Steinkohle	1480° "	0,000211 "	0,162 "

Die Ableitung der Gichtgase aus einem Eisenhohofen geschieht so, daß man in die engere Mündung der Gicht einen Cylinder von Eisenblech hängt; zwischen den schrägen Wänden des Hohofens und dem, in denselben hinein reichenden Cylinder von starkem Eisenblech sammeln sich die Gichtgase, gelangen durch einen, von oben nach unten führenden Canal im Rauchgemäuer des Hohofens, und können in diesem Canale durch einen Schieber regulirt werden.

Das Heizen mit Gas selbst läßt sich im Allgemeinen auf folgende Weise definiren: Die Erzeugung mittelst abgesonderter Apparate, entweder auf dem Wege der Destillation, oder auf dem Wege der Reduction des Brennmaterials, von brennbaren Gasarten, die man auf Heizherde leitet, um hier statt des Brennmaterials verwendet zu werden; es ist ein Heizen, welches, wie bereits erwähnt, in zwei Abtheilungen zerfällt, von welchen die erstere die heizende Substanz erzeugen muß, welche man in der zweiten Abtheilung verbrennen will — und man kann die heizende Substanz durch Destillation oder Reduction erzeugen. Schon seit langer Zeit hatte man erkannt, daß es große Vortheile gewähren würde, durch Erzeugung von Gasen Brennstoffe zu bereiten, wozu man Brennmaterialien der geringsten Qualität verwenden könnte; um dies zu bewerkstelligen, baute man Generatoren, d. h. Oefen, in welchen man Brenngase aus festen Brennstoffen erzeugte. Nach Scheerer haben die Generatorgase dem Gewichte nach folgende Zusammensetzung:

	bei Holzkohlen,	bei Holz,	bei Torf,	bei Koaks.
Stickstoff. . . .	64,9	53,2	63,1	64,8
Kohlensäure. .	0,8	11,6	14,0	1,3
Kohlenoxyd . . .	34,1	34,5	22,4	33,8
Wasserstoff . .	0,2	0,7	0,5	0,1

Der Wärmeeffect ist folgender:

Generatorgase aus Holzkohle	1325° C. pyr.,	0,000124 spec.,	0,095 absol.
" " Holz . . .	1165° "	0,000109 "	0,084 "
" " Torf . . .	1260° "	0,000103 "	0,079 "
" " Koaks . .	1224° "	0,000098 "	0,075 "

Zur Darstellung der Generatorgase benutzt man Holzabfälle, Holzkohlenklein, Torf, Braunkohlen, nicht backende Kohlen. Man baut die

Generatoren mit oder ohne Gebläse. Bischof wendete 3 verschiedene Gasgeneratoren an, von welchen wir den ersten, Taf. XV, Fig. 1, darstellen, da man nach ihnen sich auch eine Vorstellung von anders construirten Gasgeneratoren machen kann; er suchte dieselben sehr einfach zu construiren und dabei die stets theure Gebläseluft zu umgehen. Der Ofen wird bei dem Betriebe immer voll Brennmaterial gehalten. Durch die mit einem Deckel verschließbare Oeffnung kann man stets sehen, wie weit das Feuer reicht; in den höheren Regionen des Ofens ist der Raum, wo sich die Kohlenwasserstoffgase entwickeln; die nach dem Entweichen dieser Gase zurückbleibenden Kohlen oder Koaks gelangen sodann zum Rost und verbrennen vollständig bis zum Zurückbleiben von Asche. Die dabei sich bildende Kohlensäure ändert sich in Umgebung der glühenden Kohlen in Kohlenoxydgas um, sodaß die nach dem Canale k entweichenden Gase hauptsächlich in beiden Kohlenwasserstoffgasen, Kohlenoxyd- und dem Stickstoffgehalte der zum Rost geführten Luft bestehen. Wollte man das Gas nur aus Holzkohlen oder Koaks entwickeln, wobei man die Kohlenwasserstoffgase verschwenden würde, so könnte das erzeugte Gas im günstigsten Falle aus 34,7 Kohlenoxyd und 65,3 Stickstoff bestehen; der 1 Theil Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft bildet 2 Theile Kohlenoxydgas, also 21 Theile bilden 42 Kohlenoxyd und hierzu gesellen sich stets 79 Theile Stickstoff. Daß die Hohofengase nur etwa 26 Proc. Kohlenoxydgas enthalten, ist dadurch zu erklären, daß sich mehrere Procente derselben bei der Erzreduction wieder in Kohlensäure umwandeln. Waren die Holzkohlen nicht scharf gekohlt, so können dieselben ein Paar Procent Wasserstoff oder, wenn das Holz nur gebräunt war, auch Kohlenwasserstoff entwickeln. In dem Generator findet während des Betriebes kaum ein Wärmeconsum statt, denn die über dem Rost frei werdende Wärme wird bei der Umwandlung der Kohlensäure in Kohlenoxydgas und bei der Kohlenwasserstoffentwicklung theils gebunden, theils gelangt das Gas noch warm zur Verbrennung. Je jünger der Torf, desto größer ist der Kohlenwasserstoffgehalt; je älter, desto mehr der Kohlenoxydgehalt in dem entwickelten Gase vorherrschend. Ein Gleiches findet bei den Steinkohlen bis zu dem Anthracit statt. Bleibt feuchter Torf längere Zeit dem Einflusse der Luft ausgesetzt, so findet in seiner Masse ein rasches Vorschreiten des Gährungsprozesses statt, und solcher Torf verhält sich dann zum guten Torfe, wie faules Holz zu gesundem.

Der Generator selbst hat folgende Beschaffenheit. Der Schacht besteht aus 3 Theilen, aus dem cylindrischen mittleren Theile a Fig. 1, XV und den beiden abgestumpften Theilen b und d. Unter dem schrägliegenden Roste r befindet sich der durch eine eiserne Platte f verschlossene Aschenfall. Die Gase glangen durch den Fuchs l, wenn der Schieber s geöffnet ist, in den Canal k. Der Hals des Schachtes c ist von dem Schachte durch einen eisernen Schieber getrennt; die obere Mündung des Ofens ist durch den Deckel p geschlossen. Bei dem Betriebe bringt man glühende Kohlen auf den Rost r und füllt

den Ofenraum mit dem zur Erzeugung der Gase bestimmten Brennmateriale. Die zur Verbrennung erforderliche Luft strömt durch die, in der Platte f angebrachte Zugöffnung ein. Durch den Schieber s wird die Ableitung der Gase in den Canal k und mithin auch der ganze Verbrennungsprozeß regulirt. Durch die Oeffnungen o o o läßt sich das Innere des Ofens beobachten. Das Aufgeben von neuem Brennmaterial, das sich zwischen dem Deckel p und dem darunter angebrachten eisernen Schieber befindet, geschieht in angemessenen Zeiträumen. Fig. 2, XV zeigt einen Generator mit Gebläseeinrichtung nach dem Vorschlage von Ebelman in Audincourt angewendet. Dieser Generator hat große Aehnlichkeit mit einem Hohofen, nur von viel geringeren Dimensionen. Die Höhe des Schachtes a, von der Sohle bis zur Gicht, beträgt 10 Fuß. Durch die Formen f f strömt die Gebläseluft ein. Von der Gicht aus ragt ein eiserner Cylinder in den Schachtraum, welchen man fortwährend mit Brennmaterial gefüllt erhält; die Gase entweichen durch den Canal k.

Soll ein Generator oder Gasofen die Eigenschaft besitzen, die Brennmaterialien in gasförmiger Substanz auf eine constante Weise ohne Hinderniß und mit Oekonomie zu zersetzen, so muß er folgende Erfordernisse haben:

1) Das Brennmaterial muß in der Art auf einem Roste liegen, daß es eine möglichst große Fläche der Berührung der Luft bietet, daß die Rückstände leicht durch den Rost entweichen können, ohne eine hindernde Schicht zwischen der Luft und dem Brennmateriale bilden zu können.

2) Die Luft muß unter einem solchen Drucke mit dem Brennmateriale in Berührung kommen, daß ihre Wirkung auf die unterste Schicht beschränkt bleibt, welche Grenze sie nicht ohne Zersetzung überschreiten kann, und daß die aus der Verbrennung hervorgehenden Gase nicht zu rasch und unvollkommen gebildet entweichen.

3) Die Schicht des Brennmaterials muß in dem Maße, als sie in Berührung mit der Luft verzehrt wird, einer neuen Schicht Platz machen, welche sich ihrerseits ungehindert mit der Luft in Berührung setzt.

4) Die Wandungen müssen das leichte Hinabsinken der erwähnten Schichten gegen den Rost, und folglich deren Berührung mit der Luft begünstigen

5) Die Wandungen des Ofens müssen so construirt sein, um immer bei einer Temperatur zu bleiben, die ihnen nicht gestattet, sich so stark zu erhitzen, daß das Brennmaterial an ihnen anhaftet und Schwierigkeiten für das progressive Hinabsinken der Schichten gegen die Zersetzungszone hin, wo sie mit der Luft in Berührung treten, findet.

6) Die Schicht des Brennmaterials darf in dem Ofen gewisse Grenzen nicht überschreiten und darf nur in ihrem untern Theile in Brand gerathen.

7) Diese Schicht des Brennmaterials muß auf eine leichte Art unterhalten werden können.

8) Die Reinigung der Roststäbe und Wandungen des Ofens muß ohne Schwierigkeit bewerkstelligt werden können, und zwar so, daß die Rückstände, die nicht von selbst entweichen, nicht lange in der glühenden Zone verweilen und sich in Schlacken verwandeln können, welche den Zutritt der Luft, die Gleichförmigkeit ihrer Wirkung auf das Brennmaterial und folglich seine Zersetzung vermindern.

9) Man muß nach Belieben die Intensität der Gluth des Brennmaterials in dem Ofen schwächen oder steigern können.

Die früher gebräuchlichen Gaserzeugungsöfen befanden sich unter Bedingungen, vollkommen denen entgegen gesetzt, die wir soeben für eine methodische und praktische Thätigkeit aufgeführt haben. Da sie aus Backsteinen construirt waren, so beschränkte sich ihre Erhitzung nicht bloß auf ihre Basis, wie es eigentlich der Fall sein soll, sondern verbreitete sich bis zu den höchsten Punkten ihrer Wandungen, und ihre Temperatur wurde bald an der glühenden Zone so hoch, daß die Asche, mit welcher die Backsteine in Berührung standen, rasch in den Zustand von Schlacken überging, an welchen sie sich anhing, während sie im Mittelpunkte des Brennmaterials Zusammenballungen erzeugte, die bald den Ofen gerade da verstopften, wo er am meisten frei bleiben mußte, nämlich da, wo die Luft ihre ganze Wirkung äußern sollte. Das Niedersinken des Brennmaterials gegen den Punkt hin, wo es hauptsächlich in Gas verwandelt werden sollte, wurde schon durch diese beiden Ursachen aufgehalten und endlich ganz unmöglich gemacht durch die Form der Apparate, welche in der Regel cylindrisch oder konisch und schwer zu reinigen waren, weil man ihre Wandungen mit einem passenden Instrumente nicht verfolgen konnte. Die Luft wurde außerdem hier durch Einblasen und zwar im Mittelpunkte des Brennmaterials an einer engen Stelle angewendet, wodurch eine örtliche Gluth herbeigeführt wurde, welche das Innere des Apparates in einen wirklichen Schmelzofen verwandelte. Das Glühen erfolgte keineswegs gleichmäßig und beschränkte sich nicht auf die untersten Schichten des Brennmaterials, sondern breitete sich bald im Mittelpunkte des Brennmaterials bis zu den höchsten Schichten desselben aus. Die Luft, welche auf diese Weise an einer engen Stelle in Ueberschuß angehäuft war, bahnte sich hier einen Durchgang, indem sie die Brennmaterialien-Schicht durchdrang, ohne vollständig zersetzt zu werden, und verursachte, wenn sie sich mit dem Gase vermischte, bald Detonationen, bald einfache Verbrennung im Innern des Apparates dieser Gase, welche nur sehr verändert und in ganz kleiner Quantität bis zu den heizenden Herden gelangten. Da diese Unordnungen, denen nicht abzuhelfen war, fortwährend zunahmen, so wurde die Gaserzeugung immer geringer und hörte endlich ganz auf. Kaum 12 Stunden der Arbeit waren höchstens ausreichend gewesen, um den Apparat im Innern mit Schlacken zu überziehen, die sich an seinen Wandungen anhängen, und

häufig hatte er schon Risse bekommen, oder war unbrauchbar geworden. Wenn wir zu den eben erwähnten Mängeln noch die große Quantität von Wärme und Gas hinzufügen, welche durch die Wandungen der Apparate verloren ging, die großen Dimensionen, welche letztere einnahmen, die beträchtliche Betriebskraft, welche für ihre Ventilatoren erforderlich war, so wird man sich nicht wundern, daß der Erfolg der Versuche, diese Heizungsmethode zu benutzen, so wenig den Hoffnungen entsprach, welche die Theorie erregt hatte. Das Prinzip blieb gut, aber es mußte erst applicabel und disciplinirt werden, um praktisch und nutzbar angewendet werden zu können.

Die Flamme des aus rohem Brennmaterial entwickelten Gases unterscheidet sich von der Gichtflamme darin, daß dieselbe eine ungleich höhere Hitze entwickelt und frei von Kieselstaub zc. ist. Es befindet sich in den besonders erzeugten Gasen ein viel größerer Brenngehalt, namentlich außer dem Kohlenoxydgase noch 15 Proc. Kohlenwasserstoffgas, wovon die Gichtgase kaum 2 — 3 Proc. und nur als Grubengas enthalten. Dieses Kohlenwasserstoffgehaltes wegen verlangt das erzeugte Gas bei der Verbrennung mehr Luft (Kohlenoxydgas bedarf beim Verbrennen $\frac{1}{2}$ Raumtheil, niederes Kohlenwasserstoffgas 2 Theile, ölbildendes dergleichen 3 Theile, Wasserstoffgas $\frac{1}{2}$ Theil Sauerstoffgas) und, damit die chemische Verbindung mit dem Sauerstoffe derselben vollendet sei, ehe die Flamme in den Herd des Puddelofens zc. gelangt, eine größere Erhitzung und eine etwas längere Feuerbrücke. Bei Nichterfüllung dieser Bedingungen und Gewohnheit an die bisherige Puddelmethode erhält man sehr leicht ein rohes Produkt. Dieser große Gehalt an brennbaren, namentlich Kohlenwasserstoffgasen verleiht ganz besonders dieser Flamme, je nachdem man Gas oder Luftüberschuß anwendet, die Eigenschaft zu reduciren oder zu oxydiren. Wollte man bei den Gichtgasen einen oder den andern Ueberschuß anwenden, so würde die sofortige Abkühlung zu groß sein, denn die Hitzentwickelung bei dem Verbrennen des Kohlenoxydgases ist an und für sich nicht groß, die Menge unbrennbarer Gase aber, die mit erhitzt werden muß, sehr bedeutend. Das sehr unvollständige und auch unregelmäßige Verbrennen, der oft wechselnde Ueberschuß an Sauerstoff und Kohlenwasserstoffgas, welches letztere dann, wie erwähnt, häufig selbst erst beim Ausgange des Schornsteins brennt oder wenigstens bei geringem Luftzutritte Kohlenstoff absetzt, unterscheidet übrigens die auch durch Flugstaub (bei Torf mit Gehalt an phosphor- und schwefelsauren Salzen) getrübte Flamme gewöhnlicher Feuerungen von der naturgerecht gebildeten Gasflamme.

Bischof II. beschreibt die Eisenproduction und den Torfaufgang bei dem Gasbetriebe eines Puddelofens folgendermaßen: Wenn man dem Raume nach etwa $\frac{1}{8}$ Kohlenstaub, Torfklein, Sägespäne zc. als deckende Schicht mit zusetzt, so ist der Torfaufgang bei einem Puddelofen, in welchem in 24 Stunden circa 36 Centner Luppen erzeugt werden, je nach der Qualität des Torfes 3 bis 5000 Stück von ge-

wöhnlicher Größe (à Stück 130 Kubikzoll), also pro Centner Luppen 85 — 140 Stück. Das Schweißen der Luppen nimmt dann noch ungefähr eben soviel in Anspruch. Hat man mit gutartigem Roheisen zu thun, namentlich wenn solches sehr arm an Silicium ist, so mindert sich die Zeit eines Prozesses selbst bis auf 1½ Stunde, also auch der Brennmaterialien-Aufwand sehr bedeutend. Ueberhaupt braucht man es bei sehr gutartigem Eisen mit der Puddelmethode nicht so ängstlich zu nehmen, nur bitte ich freundlich, das Mißlingen des Prozesses nicht auf das Gas schieben zu wollen, wenn man bei folgender Methode rohes, kalt- und faulbrüchiges Stabeisen erhält: Das Eisen wird mit einer ziemlichen Portion Rohschlacke (in welcher sich fehlerhafte Bestandtheile des Eisens, z. B. phosphorsaure Salze rc. befinden, von denen man in der Regel froh ist, wenn man sie abgeschieden hat), auf den Rohschlackenherd geworfen und hier, noch ehe der Fluß beginnt, fortwährend mit der Brechstange durch einander geschoben. Einige Ruhe vergönnt man dem Arbeiter später. Ist nun die ganze Masse in leidliche Hitze gelangt, wobei dieselbe, ich möchte sagen, aus einem Conglomerat von geschmolzenem und ungeschmolzenem Roheisen, halbrohen Knollen und Garschalen besteht, letztere aus Rohschlacke und Eisenverlust combinirt, so schreitet man sofort nach proportionirtem Wasserübergusse zum Luppenmachen, wundert sich, wenn die herauspracticirten Monstra unter dem Hammer zerbersten und läuft mit der Aeußerung davon: der Sauerstoff habe sich wahrscheinlich nicht gehörig zersetzt!

Die gelungenen Versuche der Anwendung des Torf-, Holz- und Braunkohlengases zu metallurgischen Zwecken (Reisebericht des Hüttenmeister Euler aus der „Zeitschrift deutscher Ingenieure", Januar 1857, S. 16) in Kärnthen müssen die Aufmerksamkeit der hüttenmännischen Welt im hohen Grade erregen, und zwar nicht allein solcher Werke, die entfernt von Steinkohlen, eines der oben genannten Materiale zur Verfügung haben, sondern auch solcher, die auf Steinkohlen basirt sind, da ich nicht zweifle, daß das System der Gaserzeugung und Verbrennung desselben durch künstlich zugeführte Luft die gewöhnliche Verbrennung auf dem Roste mit Essenzug allmählig ganz verdrängen wird.

Kärnthen besitzt einen großen Reichthum an Erzen, hauptsächlich von Spatheisensteinen und daraus hervorgegangenen Braunerzen. Hierauf gründet sich auch der Hohofenbetrieb, indem alle Schmelzöfen Blauöfen mit geschlossener Brust und ohne Gestell sind, in welchen meist weißes oder halbirtes Roheisen für die Puddelwerke erblasen wird. Das Brennmaterial für die Hohöfen ist weiche Holzkohle.

Die ziemlich bedeutenden Torflager werden immer mehr zum Betriebe der Puddelwerke benutzt. An Braunkohlen tertiärer Formation erzeugt das Land jährlich 1½ Million Centner, die mit bestem Erfolge zum Puddeln und Schweißen verwendet werden.

Die Communicationsmittel sind noch weit zurück. Es giebt Gewerkschaften, die jährlich 18000 Fl. für die nöthige Unterhaltung der Wege geben müssen.

Das Torfgaspuddelwerk Rothburgahütte zu Freudenberg liegt 2 Meilen von Klagenfurt; es ist bloß auf Torf gegründet; aus Mangel an trocknem Torf muß man im Jahre einige Wochen mit Holz arbeiten. Es hat 2 Doppelpuddelöfen, einen Dampfhammer von 50 Centner, 1 Luppenwalzwerk, Gebläse mit 4 Cylindern, 8 Torfdörrkammern. Mit Ausnahme des Dampfhammers wird Alles mit Wasser betrieben.

Das Torfmoor ist 1 Stunde vom Werke entfernt, hat eine Ausdehnung von circa 210' bayerischen Tagewerken, im Durchschnitt eine Mächtigkeit von 3 M., abwechselnd 1 M., 40 bis 8 M., 20, und soll dem Werke 50 Jahre Brennstoff liefern. Es hat 2 Arten Torf: Specktorf, schwarz und fettig, und schlechten Fasertorf, heller von Farbe und leichter. Beide Arten kommen im Lager abwechselnd vor, und liegt der Specktorf sowohl über, als unter dem Fasertorfe; die Lage des Moores ist für den Wasserabfluß sehr günstig. Gestochen wird kein Torf, sondern er wird in Gruben aufgehackt, mit Wasser gemengt, das von den tieferen Gerinnen unmittelbar daneben ausgeschöpft wird, durchgearbeitet und mit Karren zum Formplatze gefahren, der sich immer den leeren Trockengestellen nachzieht. Die Arbeit des Formens und Trocknens haben wir schon oben unter dem Abschnitt „Torf" beschrieben, ebenso das Dörren des Torfes, und können nun sofort zu den Doppelpuddelöfen mit den Gasgeneratoren übergehen.

Der mit dem Puddelofen verbundene Gasgenerator ist, streng genommen, kein vollkommener Gasofen, da schon in ihm die Gase zur Entzündung kommen; hat aber vor den eigentlichen, besonders gebauten Gasöfen den Vortheil der unmittelbaren Nähe an dem Verbrennungsraume, Ersparung der Gasleitung, Sicherheit vor Explosionen und leichteren Handhabung.

Die Hauptvortheile dieser Art Gasöfen vor der gewöhnlichen Rostfeuerung mit Essenzug sind wohl folgende:

1) Möglichst vollkommenste Benutzung alles Brennmaterials, das bisher zu metallurgischen Zwecken für unbrauchbar gehalten wurde, als Kohlenklein, faules Holz, Torfabfälle 2c.

2) Ersparung an Brennmaterial und damit zusammenhängend Hervorbringung größerer Hitze. Eines Theils wird kein Kohlenorydgas unbenutzt entweichen, andern Theils die Abkühlung durch überschüssig zugeführte Luft, die bei allen Rostfeuern vorhanden ist, vermieden werden. Bei der Gasfeuerung hingegen wird die Temperatur den größt möglichen Höhengrad erreichen, indem man eine neutrale Flamme hervorbringt. Außerdem wird der Verlust der durch den Rost fallenden Braschen vermieden.

3) Vollkommene Gewalt über die Stärke und Beschaffenheit der Herdflamme, die sehr rein und rauchlos ist. Man kann nach Belieben die Flamme verstärken oder vermindern, was besonders wichtig bei metallurgischen Prozessen ist, dieselbe orydirend, neutral oder reducirend führen, je nachdem man durch eine einfache Drehung der Windfahne den Herd- oder den Generatorwind vorherrschen läßt.

4) Unabhängigkeit von dem natürlichen Luftzuge durch das Kamin. Jeder Hüttenmann hat schon Gelegenheit gehabt, sich über die Zugöfen zu ärgern, die eine Woche hindurch tadellos gehen und in der nächsten nicht ziehen wollen, man mag beginnen, was man will.

Die Ersparung der kostbaren Kaminbauten will ich gar nicht in Anrechnung bringen, da man statt derselben ein Gebläse aufstellen, das aber stets durch die Ueberhitze der metallurgischen Oefen betrieben werden kann und noch Kraft genug übrig läßt zum Betriebe der Arbeitsmaschinen, Walzwerke, Dampfhämmer 2c.

Der Hergang der Gasfeuerung ist folgender:

In den Gasofen strömt unten die Luft ein und oben das Gas aus; das Brennmaterial wird von oben aufgegeben. Der ganze Gasofen ist also im untern Theile mit glühenden Kohlen, oben mit dem frisch aufgegebenen Brennmateriale angefüllt. Dieses frische Brennmaterial wird nun durch die, von unten kommende Hitze verkohlt, und liefert dadurch die brennbaren Gase der trocknen Destillation. Die restirende Kohle sinkt allmählig in die untere Region des Gasofens und wirkt während dessen reducirend auf die, von unten aufsteigende Kohlensäure. Unten angekommen, wird die Kohle von der einströmenden Luft verbrannt zu Kohlenoxydgas und Kohlensäure, welche letztere sich beim Aufsteigen durch die glühenden Kohlen wieder zu Kohlenoxydgas reducirt.

Alle gebildeten Gase, hauptsächlich Kohlenoxydgas, Wasserstoff und Kohlenwasserstoff, nebst manchen andern, je nach Beschaffenheit des Brennmaterials mit Stickstoff vermischt, strömen theilweise schon mit Flamme über die Feuerbrücke auf den Herd. Hier trifft sie der erhitzte Windstrom, der sie dann vollständig verbrennt.

Die Arbeit an diesem Puddelofen mit je drei Mann an jeder Seite (in Buchscheiden sind deren sogar nur zwei an jeder Seite, die noch das Schüren des Gasofens besorgen müssen) ist mir leichter gefallen als früher am einfachen Zugpuddelofen mit vier Mann, und ich begreife nun die Worte des, in der Gasfeuerung eine Autorität bildenden Herrn Hüttenmeisters Bischof zu Mägdesprung sehr wohl, der mir bei Bildung des Vereins deutscher Ingenieure sagte: »Wer einmal mit Gas gepuddelt hat, mag nichts Anderes mehr.« Das einzige Unangenehme ist die aus den Arbeitsthüren schlagende Flamme, was ich dem engen Fuchs zuschreibe und was ich auf anderen Werken nicht so gefunden habe.

Der Generator ist lang 0 M., 47, breit 0 M., 95, bis zum Gewölbe 1 M., 50.

Die Feuerbrücke ist lang 0 M., 74, breit 0 M., 95, Abstand unter dem Gewölbe 0 M., 19.

Der Herd, von viereckigem Grundrisse, mißt von einer Thür zur andern 1 M., 90, von der Feuerbrücke zum Fuchs 2 M., 03.

Die Fuchsöffnung ist breit 0 M., 37, hoch 0 M., 245.

Der Vorwärmeherd ist lang 1 M., 24, tief von der Thür zur Hinterwand 1 M., 71.

Die zweite Fuchsöffnung ist breit 0 M, 335, hoch 0 M., 22.

Von hier führt ein 1 M., 97 langer Canal unter der Esse durch in ein Gewölbe von 1 M., 58 und 1 M. Seiten des Querschnitts und 2 M., 68 Höhe bis zum Scheitel des Gewölbes. Von hier führt ein Canal in die Esse, und dient der Raum zur Erhitzung der Luft für die Dörrkammer.

Der Wind wird von einem 4cylindrigem Gebläse geliefert, das bei 12maligem Umgang pro Minute 1000 Kubikfuß Wind liefert, der zur Hälfte von den 4 gleichzeitig erwärmten Dörrkammern, zur andern Hälfte von den beiden Puddelöfen verbraucht wird. Es verbraucht also ein Puddelofen per Minute 1000 Kubikf. Wind für den Generator und Herd.

Der Wind wird durch eine 12zöllige Rohrleitung, nachdem er einen vollkommenen Wasserregulator passirt hat, geleitet. Am Ofen theilt sich die Leitung in 2 Röhren von 4 Zoll lichter Weite. Das eine Rohr geht direct zum Generator und mündet in 2 Oeffnungen von 0 M., 15 Breite und 0 M., 12 Höhe, 0 M., 24 über dem Boden des Generators in denselben ein.

Der Wind des andern Zweigrohrs geht in einem Canale (nach belgischer Methode) rings um den Herd des Puddelofens und strömt dann durch eine flache Düse aus, die im Gewölbe des Herdes angebracht ist, von 0 M., 89 Breite und 0 M., 015 Weite, unter einem Winkel, daß die verlängerte Richtung von der Mittellinie der beiden Thüren 0 M., 40 abbleibt, mit einem Drucke von 4 — 5''' und einer Temperatur von 80 — 120° R.

Der Wind für die Dörrkammern circulirt durch ein 0 M., 27 weites Rohrsystem in dem oben erwähnten Gewölbe hinter der Esse und geht von da mit 80 — 100° R. in die Dörrkammern.

Die Esse ist 36 Fuß hoch und 18 Zoll weit.

Das Puddeln selbst ist wenig verschieden von dem in gewöhnlichen Rostöfen, nur war die Arbeit leichter und ist unabhängig vom Luftzuge.

Der Einsatz beträgt 8 Centner Oesterreichisch. Ist die letzte Charge aus dem Ofen entfernt, so wird zuerst der Herd gemacht, indem man einige Schaufeln Schlacke in den Windcanal nach der Seite der Feuerbrücke hinwirft. Sollte zu viel flüssige Schlacke im Ofen sein, so wird die eine Thür geöffnet und von der andern her die überflüssige Schlacke mit einer Kratze hinaus geschleudert.

Nun wird das Roheisen aus dem Vorwärmeherde in den Puddelherd übergetragen, den man alsdann wohl verschließt.

In der ersten Hälfte der Schmelzperiode wird das Roheisen zur nächsten Charge in den Vorherd geladen. In der 2. Hälfte der Schmelzperiode wird ein auch wohl zwei Mal umgestochen; aber nur wenn der Ofen recht in Hitze ist, ist es erlaubt, einzelne schwer schmelzende Stücke zu verklopfen, während bei geringerer Hitze, Anfangs der Woche

z. B., dies nicht geschehen darf, weil hierdurch die Brocken nicht schmelzen, sondern nur mechanisch in kleine Theile getheilt würden, die dann ungar in die Luppen kämen. Das Umstechen dient nur dazu, das Schmelzen zu beschleunigen, indem man die Masselstücke aufstellt und die untere Seite nach oben bringt, um nun auch sie dem Feuer directer auszusetzen.

Ist Alles geschmolzen, so wird mit dem Rühren begonnen. In der Regel genügt es, wenn 2 bis 3 Eisen warm gerührt sind, doch gebraucht man mitunter 5 — 6 Eisen. Beim Anfange des Rührens werden die oxydirenden Zuschläge gegeben, wozu hier nichts zu Gebote steht, als der Abfall unter dem Puddelhammer und der Puddelwalze. Der Glühspan von geschweißtem Eisen wäre allerdings besser zu diesem Zwecke; die Schlacke wird vorher angefeuchtet, um das Aufkochen zu befördern. Zu viel Zusatz kürzt zwar den Prozeß ab, ist aber gerade deshalb nicht anzurathen. Doch darf bei größerer Hitze mehr gegeben werden, als bei kälteren Oefen. Während dieses Fütterns wird immer fortgerührt. Das Eisen kocht nun auf, aber nie so sehr, daß es zu den Thüren hinausliefe.

Sobald das Eisen anfängt körnig zu werden, wird es mit dem spitzen Eisen erst nach der Feuerbrücke hin und dann nach dem Fuchse zurückgestoßen. Schweißt es dann, so wird sofort zum Luppenmachen geschritten, wo nicht, so muß erst noch ein Mal hin und her gestoßen werden. Es ist Vorschrift, von dem oben angegebenen Einsatze 10 Luppen zu machen. Die Windregulirung richtet sich nach der Beschaffenheit des Brennmaterials und nach dem Stadium des Puddelprozesses. Im Allgemeinen wird bei Torf mehr Wind gegeben als bei Holz (im Generator nur die Hälfte). In der Regel ist der Hahn des Herdwindrohrs ganz, der des Generatorwindrohrs halb geöffnet. Die richtige Erzielung der verschiedenen Flammen werden die Arbeiter bei einiger Uebung leichter bewerkstelligen können, als durch die Klappe der Esse.

Das Einheizen geschieht an der Stirnseite des Generators. Daselbst ist ein schräger Trichter angebracht, an dessen unterem Ende die Zugthür sitzt. Dieser Trichter ist immer mit einem Korb Torf von 0,073 Kubikmeter Inhalt gefüllt und wird dann zur Einfüllung in den Generator nur die Thür gezogen. Unterdessen schlägt aber die Flamme aus dem Generator bis unter das Dach in die Höhe, und der Torf, der gleich nach dem Einfüllen wieder in den Trichter gebracht wird, geräth schon in dem Trichter in Brand, bevor er in den Generator gelangt. Bei Anwendung von Holz wird der Trichter vermauert und eine Heizthüre an der Seite des Generators gebrochen. Auf jeden Fall ist die Einheizung die schwache Seite aller Kärnthen'schen Gasöfen, und es wird eine wesentliche Verbesserung sein, die Heizeinrichtung so anzubringen, daß der Generator auch während dessen vollkommen geschlossen bleibt.

Die verschiedenen Perioden des Puddelns vertheilen sich in folgende Zeiten:

Einladen aus dem Vorherde in den Puddelherd . .	3	Minuten.
Erster Theil der Schmelzperiode	16	„
Das Umstechen des Roheisens	6	„
Das Rühren.	15	„
Umstechen des gefrischten Eisens und Luppenmachen	21	„
Herausnehmen der Luppen und Zängen	16	„
Herdmachen	3	„
	1 Stunde 20	Minuten.

Nach je vier Chargen lösen sich die Arbeiter ab, und wird der Generator ausgeputzt. Zu dem Ende werden am Boden desselben zwei einander gegenüber liegende Thüren geöffnet, mit Brechstangen die angesetzten Schlacken losgebrochen und herausgeschafft. Diese Arbeit nimmt 7 Minuten in Anspruch. Während derselben werden einige Scheite auf den Herd geworfen, damit sich derselbe nicht zu sehr abkühle.

Im Durchschnitt werden in einem Ofen in 24 Stunden 16 Chargen gemacht.

Bei Holzfeuerung wird der Generator nur alle 3 bis 4 Tage gereinigt.

Zum Anwärmen eines Ofens gebraucht es 6 Stunden, und es geschieht dies mit Holz, da bei Anwendung von Torf der Generator schon wieder ausgeputzt werden müßte, ehe der Ofen in Hitze ist.

Zum Füllen des Generators gebraucht man 9 Körbe Torf von oben angegebenem Inhalte. Während einer Charge werden 23 Körbe Torf nachgefüllt, also circa $3\frac{1}{2}$ Schaff.

Das eingesetzte Roheisen ist $\frac{1}{3}$ weißes von Traibach und $\frac{2}{3}$ halbirtes von Heft und Eberstein.

Während meiner Anwesenheit ging der Torf zu Ende und wurde sofort mit Holz weiter gearbeitet. Die Flamme wurde minder groß, die Hitze aber intensiver. Da aber die Einführung des Holzes, weil mitten in der Woche damit begonnen wurde, durch den Torftrichter geschehen mußte, so war das sehr unvollkommen, und Sonntags wurde natürlich die Seitenöffnung zum Holzeinfüllen gebrochen. Ein Holzscheit ist lang 0 M., 75 und hat einen ungefähren Durchschnitt von 0 M., 10.

Schon Karsten macht, wie oben erwähnt, auf die nothwendigen Vortheile aufmerksam, die die Verwandlung des Brennstoffs in Kohlenoxyd und dessen Verbrennung haben muß; Valerius widmet dem Gasbetriebe schon ein eigenes Capitel. Herr Bischof stellte schon 1839 Versuche mit Torf an, die aber nicht fortgesetzt wurden, während die Versuche von 1844 gelungen genannt werden müssen. Von Hrn. Bischof und Andern ist wiederholt in den technischen Zeitschriften (Dingler, Bergwerksfreund, Hartmann, Bayerisches Kunst- und Gewerbeblatt ꝛc.) auf diesen Betrieb aufmerksam gemacht worden, und 1856 erschien ein selbstständiges Werk von Dr. Karl Zerrenner, jetzt Bergrath in herzogl. Sachsen-Gotha-Coburgschen Diensten, über

die Einführung, Fortschritt und Jetztstand der metallurgischen Gasfeuerung im Kaiserthume Oesterreich, in welchem wir außer eigner Anschauung alle Referate über die Fortschritte der Gasfeuerung zusammengetragen finden. Am Ende des Werkes ist eine recht ausführliche Zusammenstellung der europäischen Literatur über Benutzung der den Hohöfen und anderen Schmelzräumen entweichenden, sowie der zu metallurgischen und technischen Zwecken selbstständig erzeugten Gase — hinzugefügt; sie beginnt mit dem Jahre 1838 und schließt mit 1850. In dem Werke selbst sind auch 2 große und sehr ausgezeichnete Holzgashütten, die zu Brezwon in Ungarn und die zu Nadrag im Banate, beschrieben und durch Abbildungen erläutert.

In neuerer Zeit hat man die Gasfeuerung auch zur Herstellung von Stahl benutzt, ebenso zum Betriebe von Glasöfen und namentlich die entweichenden Gichtgase zur Kesselheizung.

Auch zu haushälterischen Heizungen, als zum Heizen der Zimmer, zum Kochen der Speisen ꝛc., hat man in neuerer Zeit die Gasfeuerung in Anwendung gebracht und ist erst neuerlich von Em. Schreiber eine selbstständige Schrift: „Das Heizen und Kochen mit Gas sowohl in industrieller als hauswirthschaftlicher Beziehung" 1858 bei Voigt in Weimar erschienen, welche die Gasfeuerung in Backöfen, Stubenheizen, Kochen u. s. w. recht ausführlich und instructiv behandelt; da diese Anwendung jedoch nicht in dem Zwecke gegenwärtiger Schrift liegt, so verweisen wir, wer Interesse daran findet, auf diese Schrift selbst.

Aus der Theorie der Gasfeuerung geht hervor, daß die Hauptbedingung bei derselben die ist, die brennbaren Gase mit dem richtigen Verhältniß von Luft zu versehen, indem bei Mangel an Luft ein großer Theil brennbarer Gase unverbrannt entweichen muß, bei einem Ueberschuß an Luft aber die Temperatur der Wärme vermindert, ja bei einem zu großen Ueberschusse die Gasflamme ganz ausgelöscht werden kann. Das richtige Verhältniß an Luft ist bei der Gasfeuerung ohne Gebläse bloß dem praktischen Blicke des Heizers überlassen. Wenn man hingegen mittelst Gebläsemaschinen die hinreichende Quantität Luft herbeiführt, so ist es leichter, deren nöthige Menge auf constante Weise hinzuzuführen. Bei dem täglich höher steigenden Preise der Brennstoffe ist es von unberechenbarem Einfluß auf die Industrie, eine rationelle Verbrennung der Brennmateriale, wie sie durch Gasgeneratoren gewährt wird, bei allen technischen Gewerben mehr und mehr in Anwendung zu bringen; wenigstens bei Anlegung neuer Anstalten sollte man dies überall thun; ihre Zweckmäßigkeit zu metallurgischen Prozessen, zur Kesselheizung, bei der Ziegel-, Kalk- und Thonwaaren-, Porzellan- und Glasfabrikation hat sich überall bewährt, täglich werden neue Erfahrungen gesammelt und veröffentlicht und dadurch zum Gemeingut, die Benutzung und Anwendung aber immer allgemeiner.

Zehnter Abschnitt.

Die Heizung und Feuerung.

(Hierzu die Abbildungen auf Taf. IV.)

Heizung nennt man überhaupt die Anwendung der Brennstoffe zu praktischen Zwecken, und ihre Hauptaufgabe besteht darin, eine möglichst große Wärmemenge und möglichst hohen Wärmegrad zu entwickeln, diese Wärme so vollständig, als möglich zu verwerthen. Die Vorrichtungen, in welchen diese Wärme mit dem geringsten Verluste erzeugt werden soll, mögen nun ein Zimmer, Küche, Fabrik, Dampfkessel, Schachtofen ꝛc. sein, so ist es Aufgabe der Pyrotechnik, die geeignetsten und geschicktesten Wege aufzusuchen, um diesen Zweck vollständig zu erreichen. Obgleich es nun der Zweck gegenwärtiger Schrift ist, die Pyrotechnik in Beziehung zur Metallurgie und zum Bergbau kennen zu lernen, so müssen, bevor wir zu diesem speciellen Zwecke, namentlich der Kesselheizung mit Rauchverzehrung, übergehen, doch noch einige Bemerkungen über Heizung im Allgemeinen vorausgeschickt werden.

Will man durch Verbrennung eines Brennstoffes den absoluten und specifischen Wärmeeffect möglichst ganz erreichen, so muß die Verbrennung selbstverständlich eine vollständige sein; es darf kein Theil unverbrannt zurückbleiben, auch muß jeder verbrennliche Theil selbst durch die Verbrennung die höchste Oxydationsstufe erreichen; damit dies gegeschehe, muß den brennbaren Stoffen die erforderliche Menge Sauerstoff (atmosphärische Luft) zugeführt werden. Die Luftzuführung geschieht entweder durch, durch die Roste beförderte und Essen beschleunigte natürliche Circulation, oder durch besonders aufgeführte Gebläsemaschinen. Durch hohe Essen, welche die Stelle der Exhaustoren vertreten, wird die Luft zu rascherer Strömung veranlaßt, oder dieselbe wird durch ein Gebläse eingepreßt.

Eine jede Feuerungsanlage besteht aus drei Theilen, dem Feuerherde, dem Feuerraume und der Esse; der Herd ist der Raum, in welchem durch Verbrennung von Brennmaterial Hitze erzeugt wird; Feuerraum ist der Raum, in welchem die erzeugte Hitze ihre Wirkung äußern soll, und Esse ist ein aufsteigender Canal, durch welchen die verbrannten Gase abgeleitet werden. Durch das Aufsteigen der verbrannten Gase strömt stets von unten frische Luft zu, und die Höhe des Schornsteins bedingt die Geschwindigkeit dieses Luftzuges; der starke oder minder starke Zug zwischen dem Roste und den Zwischenräumen des auf denselben befindlichen Brennmateriales bedingt die Lebhaftigkeit der Verbrennung.

Bei der Anlage von Schornsteinen sind folgende Regeln zu beobachten:

1) Der Schornstein muß senkrecht und möglichst hoch sein, damit

in ihm die heißen Gase auf dem kürzesten Wege die größte Höhe erreichen.

2) Er soll starke und trockne Wände haben, damit der heiße Gasstrom, ohne sich abzukühlen, bis zu dessen Mündung gelangen kann.

3) Die inneren Wände sollen so glatt wie möglich sein, um keine Friction dem heißen aufsteigenden Gasstrome entgegenzusetzen; aus diesem Grunde sind auch die kreisförmigen Querschnitte der Schornsteine den quadratischen vorzuziehen, obgleich sie in ihrer Anlage theurer sind.

4) Den Schornsteinen ist ein solcher Durchmesser zu geben, wie sich derselbe mit einer mäßigen Geschwindigkeit des aufsteigenden Luftstromes von ungefähr 3 Fuß pro Sekunde verträgt. Die Weite des Schornsteins hängt ferner von der Größe des Rostes, die Größe des Rostes aber von dem Brennmateriale und von der zur Verbrennung desselben erforderlichen Luftmenge ab.

Der Feuerherd hat sehr verschiedene Gestalten; der einfachste Herd ist eine von Steinen oder Eisen bestehende Sohlplatte, auf welche bloß durch ein Loch in der Ofenthüre Luft einströmt; ein solcher Herd ist aber bloß zur Holz- und Torffeuerung geschickt, und ist aus dem Grunde ganz zu verwerfen, weil dabei ein großer Theil der Luft nicht unter und in das Brennmaterial strömt und zu dessen Verbrennung mitwirkt, sondern bloß über das Brennmaterial hinwegströmt und einen großen Theil der nur mangelhaft entwickelten Wärme mit fortführt; in neuerer Zeit wird beinahe kein Feuerherd mehr ohne Rost, d. h. ohne durchbrochene Sohle gebaut. Die Roststäbe sollen so weit von einander liegen, daß wohl die Asche leicht durch dieselben fallen kann, daß aber keine Kohlen oder sonst noch unzersetztes Brennmaterial nachfallen kann, und müssen die Roststäbe der Luft hinreichenden Raum lassen, damit sie frei durch das Brennmaterial einströmen kann. Der Raum unterhalb des Rostes ist der Aschenfall und dient dazu, a) einen freien Luftzug durch das Brennmaterial zu bewirken, und b) die Asche aufzunehmen. Man ist oft genöthigt, wenn sich bei einer Feuerungsanlage ein hoher Schornstein nicht anlegen läßt, Canäle von allen vier Seiten unter dem Roste anzulegen und jedes Mal nur den zu öffnen, woher der Wind kommt, die übrigen aber geschlossen zu halten.

Die Form der Roststäbe, sowie ihr gegenseitiger Abstand sind ebenfalls von großem Einflusse auf den Zug. Das gebräuchlichste Verhältniß der einzelnen Rostöffnungen in Summa gegen die ganze Fläche des Rostes ist wie 1 : 3 und 1 : 4. Die in neuerer Zeit, namentlich auf den Thüringischen Salinen eingeführten Treppenroste sind bei Kohlenfeuerungen den gewöhnlichen Rosten bei weitem vorzuziehen. Ueber dem Roste befindet sich der Feuerungsraum.

Der Wind ist von großem Einflusse auf die Feuerung; — ein horizontaler Luftstrom äußert keine Wirkung auf die Ausströmung der Gase; ein vertikaler Luftstoß verhindert diese Ausströmung gänzlich und treibt sie zum Schürloche heraus; eine Richtung des Windzugs

von unten nach oben dagegen beschleunigt die Ausströmung der Gase. Ebenso wirkt die Temperatur der Luft auf die Ausströmung des Rauches; je kälter dieselbe ist, um so höher resp. größer ist die Geschwindigkeit desselben; die directen Sonnenstrahlen drängen den Rauch zurück, wenn die Temperatur im Schornsteine niedriger ist, als die der Atmosphäre.

Kessel werden nur mit äußerst wenigen Ausnahmen stets in gemauerten Oefen erhitzt; hierbei ist vor allen Dingen Verminderung des Brennstoffverbrauchs zu beachten. Ein vorzügliches neues Werk: „Considérations chimiques et pratiques sur la combustion du charbon et sur les moyens de prévenir la fumée par *C. W. Williams*, traduit de l'anglais par *D. Bona Christave*" (Paris 1858) hat die Aufgabe der Kesselfeuerung mit besonderem Scharfsinn gelöset. Im Auszuge aus demselben, sowie aus Wagner's „Lehrbuch der Technologie" und unter Benutzung eigener gemachter Erfahrungen theilen wir über die Kesselfeuerungsanlagen Folgendes mit.

Die Kesselfeuerung verlangt eine sehr intensive Hitze; sie bedingt einen Rost mit Aschenfall und hoher Esse, da außerdem nie eine vollständige Verbrennung erreicht wird. Der Rost besteht aus parallel gelegten gußeisernen Stäben, deren Stärke, Länge sowie Entfernung von einander von dem, zur Verwendung kommenden Materiale abhängt; wie wir bereits oben gesagt, soll sich der Raum sämmtlicher Oeffnungen zu der Größe des Rostes verhalten wie 1 : 3 oder 1 : 4, die Oeffnungen dürfen bloß Asche durchfallen und Luft einströmen lassen. Große Roste sind stets kleineren vorzuziehen, doch müssen die Roste stets ganz mit Brennmaterial bedeckt sein, da sonst die Luft, die durch den unbedeckten Rost einströmt, die Wärme des Kesselfeuerraums sehr abkühlt. Der Feuerraum zwischen der Ofensohle und dem Kessel, oder zwischen dem Roste und dem Kessel muß so geräumig sein, daß er die nöthige Menge Brennmaterial aufnehmen und diesem gestatten kann, die möglichst große Flamme zu entwickeln; wie gesagt, muß der Rost stets völlig vom Brennmateriale bedeckt sein, und die Ofenthüren dürfen nicht unnöthiger Weise geöffnet werden, weil auch die, durch die Thüren einströmende Luft nur den Feuerraum abkühlt; zu niedrig darf der Feuerraum jedoch auch nicht sein, die Flamme muß sich gehörig entwickeln können; das Schürloch oder die Heizthüre muß stets so breit sein, um den Rost gehörig übersehen zu können, und muß vollkommen gut schließen.

Man hat schon seit längerer Zeit seine Aufmerksamkeit darauf gerichtet, völlig rauchlose oder rauchverzehrende Feuerungen herzustellen, eines Theils, um die als Rauch entweichenden Brennstoffe völlig auszunutzen, anderen Theils, um die große Unannehmlichkeit rauchender Feuerungen zu vermeiden. Es ist bekannt, daß, wenn man auf ein, in vollem Brennen begriffenes Steinkohlenfeuer frische Steinkohlen aufwirft, sich plötzlich solche Quantitäten brennbarer Gase und Dämpfe entwickeln, daß der hinzuströmende Sauerstoff nicht zureicht, sie zu ver-

brennen; es verbrennt nur der Wasserstoff des Feuermaterials, während der Kohlenstoff als Ruß ausgeschieden wird und entweicht; derselbe ist äußerst fein in der Luft zertheilt, durchdringt Fenster und Thüren der Gebäude und setzt sich zur großen Unbequemlichkeit überall ab. Sobald ein vollständiges Verbrennen, eine Rauchverzehrung, stattfindet, hört diese Unbequemlichkeit auf, und man hat noch den Nutzen außerdem, daß eine Ersparung an Feuerungsmaterial eintritt. Die zur Verzehrung des Rauches hergestellten Vorrichtungen beruhen auf verschiedenen Prinzipien:

Man legt einen besonderen Luftcanal, welcher unmittelbar hinter dem Roste mündet, an, dieser führt der Flamme einen Strom kalter und heißer Luft zu; oder man bringt zwei neben einander befindliche Feuerungen, die abwechselnd mit frischen Kohlen gefüllt werden, in solcher Verbindung an, daß der Rauch der einen Feuerung mit dem in voller Gluth befindlichen Feuer der anderen Feuerung in innige Berührung tritt und dadurch verbrannt wird; oder es werden die frischen Kohlen auf den vordern Theil des Rostes geworfen, damit der Rauch über das, auf dem Hintertheile des Rostes in voller Gluth brennende Feuer streiche; oder das Aufschütten von frischem Brennmateriale ist einer Vorrichtung übertragen, welche nicht periodisch eine größere Kohlenmenge, sondern allmählig, aber in ununterbrochener Wirkung die Kohle in zerkleinertem Zustande auf das in voller Gluth befindliche Feuer wirft. Zur Herbeiführung der hinreichenden Luftmenge, deren Sauerstoff die vollständige Verbrennung ermöglichen sollte, d. h. zur Erreichung des nöthigen Zuges, war man bisher gewöhnt, sehr hohe Schornsteine aufzuführen, denn je höher die Schornsteine, desto größer die Differenz in den specifischen Gewichten innerhalb und außerhalb des Schornsteins, desto rascher aber auch die, durch den Zug erfolgende Ausgleichung dieser Differenzen, aber auch desto kostspieliger. Je mehr der Zug auf diesem Wege gesteigert wird, desto größere Wärmemengen gehen auf diese Weise verloren. Da die Temperaturdifferenz die Ursache der Luftströmung ist, so suchte L. Gall diese Bedingung durch eine constante hohe Temperatur des Verbrennungsraumes zu erfüllen.

Die von Collier im Jahre 1823 eingeführte Verbesserung besteht darin, daß aus einem Rumpfe die Kohlen fortwährend auf zwei horizontale Quetschwalzen fallen, deren Oberflächen mit Spitzen versehen sind. Von hier aus gelangt die zerkleinerte Kohle auf zwei neben einander und in derselben Horizontalebene liegende kreisförmige Schleuderer, welche sich in entgegengesetzter Richtung bewegen und zusammenwirken. Jeder Schleuderer oder Projector hat 6 trapezoidische Schaufeln und macht in einer Minute 200 Umdrehungen. Der Herd hat einen festen Rost; zur Bewegung des Mechanismus ist $\frac{1}{2}$ Pferdekraft erforderlich. Aehnlich ist die von Stanlei erfundene und bei Dampfkesselfeuerung vielfach in Anwendung gekommene, mechanische Vorrichtung zum Aufgeben der Kohle, welche ihrem Zwecke ziemlich gut entspricht. Vor der Heizöffnung befindet sich ein Trichter, in welchem die

beiden, mit zugespitzten Zähnen versehenen Walzen die aufgeschütteten Kohlen zerbrechen und langsam zwischen sich hindurch arbeiten. Die zerkleinerten Kohlen fallen auf den, mit großer Geschwindigkeit umlaufenden Schleuderer, welcher die auffallenden Kohlen fortschleudert, sodaß sie sich gleichmäßig auf dem Roste ausbreiten; ganz auf ein ähnliches Prinzip gründet sich der Drehrost, ein kreisrunder Rost, welcher durch die Maschine langsam gedreht wird, während aus einem, mit Walzen versehenen Trichter die Kohlen zerkleinert auf ihn herabfallen. Lefray sucht den Rauch dadurch zu verzehren, daß er in dem Feuerraume Luftwirbel erzeugt. Das Brennmaterial fällt in gewissen Zwischenräumen in bestimmter Menge aus einem Roste auf den Rumpf auf dem Roste, und über diesem öffnen sich 4 enge Canäle, welche in den Seitenmauern angebracht sind. Sobald das Feuer frisch geschürt wird, öffnen sich die Canäle gleichzeitig durch einen einfachen Mechanismus; durch die dadurch entstehenden Luftwirbel verbrennt der Rauch vollständig.

Garland und Glasson wenden hohle Roststäbe aus Gußeisen an, welche behufs einer wirksamen Rauchverzehrung an der geeigneten Stelle Luft zuführen und dadurch zur Brennstoffersparung beitragen. Nach der Ansicht von Woodkok besteht das einfachste Mittel zur Verhinderung der Rauchbildung in der Zufuhr einer großen Menge Sauerstoff in verdichtetem Zustande in Form von kalter Luft zu dem Brennmateriale auf dem Roste, und in der weiteren Zufuhr hinreichenden Sauerstoffs zu den erhitzten Gasen behufs ihrer vollständigen Verbrennung, während sie mit dem Kessel in Berührung sind. Diese letztere Luft muß von einer solchen Temperatur eingeführt werden, daß die Gase, welche sich entwickeln, nach und nach entzündet werden; die Menge des entwickelten Rauches wird auf ein Minimum zurückgeführt, und den Gipfel des Schornsteins erreicht kaum eine Spur desselben.

Gilbertson's Einrichtung zur Verbrennung des Rauches hat das Eigenthümliche, daß sich über dem Brennmateriale durchlöcherte Röhren befinden, welche durch das Feuer stark erhitzt werden. Indem nun der, aus den Röhren hervorbringende heiße Luftstrom sich mit den Verbrennungsprodukten vermischt, bewirkt er die Rauchverzehrung; die Oeffnungen in den Röhren sind mit Schiebern versehen, um die Menge der einströmenden Luft reguliren zu können.

Prideaux empfiehlt ein selbstthätiges Ventil zur Rauchverzehrung. Die Vorrichtung wird an der Ofenthür angebracht und dient dazu, die Zuführung der Luft zu reguliren, um die Verbrennung des Rauchs vollständig zu machen.

Es sind in den polytechnischen Schriften noch Erfindungen von Scott und Marsilly angeführt, welche die Rauchverzehrung des, durch die Verbrennung fast allgemein eingeführten Treppenrostes bewirkt wird. Die erste Idee zum Treppenroste stammt von Boquillen, und lassen sich seine ersten Roste am besten mit einer Heuraufe in Pferdeställen vergleichen, welche sich um zwei horizontale Zapfen dreht.

Die am obern Theile befindlichen Thüren bleiben durch ihr eigenes Gewicht auf den beiden Endplatten der Cylinder liegen, wogegen die am untern Theile vorhandenen durch zwei Kreisbogen festgehalten werden, die an der innern Fläche, welche die Cylinderzapfen tragen, befestigt sind. Es folgt aus dieser Einrichtung, daß der Apparat an seinem obern Theile eine zu öffnende Thür hat. Hat der Apparat die erste Steinkohlen-Ladung erhalten und enthält nur noch glühende Koaks, so öffnet man nur die obere Thür und schürt Kohlen ein, verschließt die Thür wieder und dreht den Apparat so, daß die Destillationsprodukte der Steinkohlen einen Theil der glühenden Koaks durchströmen müssen, ehe sie in den Schornstein gelangen.

Georges rauchverzehrende Heizvorrichtung zeichnet sich dadurch aus, daß sie ohne jedes andere Agens als einen natürlichen Luftzug bewirkt wird; entweder durchströmt die Luft zuerst die neu eingelegte Schicht von Brennmaterial; die strahlende Wärme der Rostkoaks, auf welche das frische Brennmaterial geworfen wird, verkohlt dann letzteres, ohne daß sich Rauch bildet und Gas nur in mäßiger Menge sich entwickelt. Da diese Gase genügend mit Luft gemengt sind, so werden sie bei ihrem Durchgange durch das glühende Brennmaterial vollständig verbrannt; oder die Masse des Brennmaterials wird auf zwei Theilen eines und desselben Rostes ausgebreitet, deren jeder eine entgegengesetzte Wirkung, daher die bei einer ersten Verbrennung entweichende Luft zur Verbrennung der, aus dem frischen Brennmateriale entwickelten Gase und zur Bildung neuer Wärme durch eine zweite Verbrennung dient. Es kann zwar in jedem Ofen, sobald die Temperatur hoch genug ist, eine mehr oder weniger vollkommene Rauchabsorption erzielt werden, wenn man am vordern Theile Oeffnungen anbringt oder noch besser Canäle legt, welche das Einströmen einer gewissen Menge Luft erleichtern; da die Rauchentwicklung aber nur zeitweise stattfindet, so ist überschüssige Luft in dem Ofen vorhanden, nachdem dieser Rauch verbrannt wurde, und diese Luft ist der Feuerung nachtheilig, indem sie den Ofen abkühlt. Die Aufgabe ist daher erst dann als gelöst zu betrachten, wenn man einen zweiten Rost mit rückkehrender Flamme und umgekehrter Verbrennung anbringt, welcher eine Verlängerung des ersten bildet und auf den man, vor jedem Schüren, das auf dem ersten Roste verkohlte Brennmaterial schiebt. Dieser zweite Rost bildet gewissermaßen ein glühendes Sieb, welches alles verflüchtigte Brennmaterial auf seinem Wege aufhält, es verkohlt und mittelst der eingeführten Luft verbrennt. Nachdem aller Rauch verbrannt ist, kühlt die eingeströmte überschüssige Luft den Ofen nicht ab, weil sie auf dem zweiten Roste Brennmaterial zur Wärmebildung vorfindet. Die Verbrennung des Rauches in den gewöhnlichen Oefen vermindert die Temperatur beträchtlich, weil der Rauch, um verbrannt zu werden, mit einem großen Luftvolumen vermischt werden muß. Bei Anwendung eines Rostes mit rückkehrender Flamme und umgekehrter Verbrennung

ist hingegen die Temperaturverminderung bei einer guten Leitung des Feuers fast Null.

In der Gegend von New-Castle hat man mit gutem Erfolge das sog. Waschen des Rauches angewandt; dieses Verfahren ist folgendes: Sämmtliche rauchentwickelnde Herde einer Fabrik werden mittelst eines weiten und langen gemauerten Canals mit einer einzigen Esse in Verbindung gesetzt. Dieser Canal hat eine Reihe von Knieen in einer senkrechten Ebene, sodaß der Gasstrom, welcher mit dem Ruß gemischt ist, wiederholt auf- und abwärts wie durch eine Reihe von Hebern ziehen muß, um zum Schornsteine zu gelangen. Jeder der abwärtsgehenden Schenkel des Herdes ist an seinem oberen Theile verschlossen und zwar durch ein Becken mit Rändern von verschiedener Höhe, dessen metallener Boden mit kleinen Löchern, wie die Brause einer Gießkanne, versehen ist. Durch diese Löcher fällt Wasser mitten in den Rauchstrom; das so als Regen einfallende Wasser verhindert den Zug nicht, sondern befördert ihn, weil es in derselben Richtung fällt, in welcher der Gasstrom sich bewegt. Alle von letzterem mitgeführten festen Theilchen werden durch das wiederholte Waschen abgeschieden und bleiben auf dem Wasser der Sohle des Canals als Ruß liegen, wo sie nach einiger Zeit hinweggenommen werden. Jean in Paris hat das Waschen des Rauches auf andere Weise bewirkt. Nach seinem Prinzipe strömt der Rauch und die Gase aus dem letzten Kesselcanale in einen unterirdischen Canal, welcher bis zur Esse geht und dessen Sohle mehrere Centimeter hoch mit Wasser bedeckt ist. Der aus der Dampfmaschine entweichende Dampf wird bis zu diesem Canale geführt, wo er zum größten Theile durch einen Strahl kalten Wassers verdichtet wird, der als Regen der Richtung des Dampfes entgegenströmt. Etwas weiter hin im Canale befindet sich ein Rührer in Form eines Schaufelrades, dessen Schaufeln die Oberfläche des Wassers berühren, ohne darin einzutauchen; die Kanten desselben sind aber mit wedelähnlichen Pinseln versehen, welche in das Wasser treten, dasselbe aufnehmen, heben und wieder wegschleudern, so daß es in feinen Tropfen niederfällt. Das Wasser im hydraulischen Canale wird folglich erwärmt und dient, nachdem es filtrirt worden ist, zur Speisung des Dampfkessels.

L. Gall hat in neuerer Zeit den bislang geltenden Prinzipien der Pyrotechnik zuwider niedrigere Schornsteine erbaut, die nicht mehr zur Beförderung des Luftzuges, sondern bloß zum Abfluß der Verbrennungsprodukte dienen. Bekanntlich ist die Temperaturdifferenz die Ursache der Luftströmung in einem Ofen; Gall sucht diese Bedingung durch eine constant sehr hohe Temperatur des Verbrennungsraumes zu erfüllen; um diese herbeizuführen, mußten alle jene Veranlassungen von Wärmeverlusten auf ein Minimum reducirt werden; dahin gehören folgende:

1) Beim Aufgeben von Brennmaterial findet stets eine Erniedrigung der Temperatur des Feuerraumes statt; diesem abzuhelfen, theilt er

die Rostfläche, und durch die reihenweise Beschickung der einzelnen Abtheilungen wird die dabei unvermeidliche Temperatur-Verminderung auf ein Minimum reducirt, und der Rauchbildung vorgebeugt.

2) Der Heizer muß durch die Einrichtung des Ofens gezwungen werden, nie zu große Mengen Brennstoff auf ein Mal aufgeben zu können; den Brennstoff muß er gleichmäßig auf die Heizfläche vertheilen.

3) Die Luft, welche zur Heizung herbeigeführt wird, leitet man um den Ofen in Canälen herum und erwärmt sie auf diese Art durch die außerdem nutzlos verloren gehende Wärme der äußern Ofenmauern.

4) Um das zu rasche Vorübereilen der mit Wärme beladenen Gase an der Siedefläche zu verhindern, läßt man die zur Verbrennung nöthige Luft zwar in gleicher Menge, aber langsamer zu dem Brennmateriale strömen, wodurch dann auch die erwärmte Luft länger mit den Kesselwänden in Berührung bleibt. Zu diesem Behufe muß sowohl die freie Rostoberfläche, als auch die Querschnittfläche des Schornsteins vergrößert werden. Um die zur innigen Mengung der in die unverbrannten Gase und den Rauch einströmenden Luft, sowie zur vollständigen Verbrennung dieses Gemenges vor der Berührung mit der Kesselfläche erforderliche Zeit zu gewinnen, mußte erst gefunden werden, daß der Rost 10 Fuß und noch mehr unter dem Kessel liegen darf; in diesem dadurch bedeutend verlängerten Feuerraume zwischen Rost und Kesselfläche fand ein ausreichender Zug statt, und es konnte nun von den hohen Schornsteinen abgesehen werden.

Eine sehr gute Tabelle über die Rostflächen, Schichthöhen für den Brennstoff und Querschnitt der Herde für per Stunde zu verbrennende 10 Pfund verschiedene Brennstoffe ist die XIII. in „Schinz Compendium der Wärmemeßkunst“ (Stuttgart 1858), die wir hier folgen lassen:

Art der Brennstoffe.	Extensive Feuerung.			Intensive Feuerung.	
	Rostfläche □ Z.	Schichthöhen in Zollen.	Querschnitt der Herde in □ Z.	Rostfläche □ Z.	Schichthöhen in Zollen.
Weiche Holzarten .	26,3	5,7	131,57	18,4	40,1
Harte Holzarten .	39,5	5,7	136,83	27,6	26,4
Torf	61,8	8,0	61,8	26,3	17,2
Lignite	61,8	8,0	61,8	26,3	17,2
Holzkohlen . . .	460,5	2,3	460,5	46,0	22,9
Steinkohlen . . .	73,7	2,9	73,9	26,3	75,7
Koaks	52,7	4,5	52,7	26,3	22,9
Anthracit . . .	53,9	3,5	53,9	18,4	11,5

Ferner die Tabelle über vollkommene Verbrennung mit Luft-Ueberschuß und Verbrennungs-Produkte in Kubikfußen bei 0° C.:

	Luftmenge		Kohlensäure,	Wasserdampf,	Stickstoff,	Luftüberschuß,	Total.
Auf je 1 Pfd. wasserfreies Holz zweifache Luftmenge	147,2 C.'	verbrennen	14,8 C.'	11,3 C,	58,0 C.'	70,6 C.'	157,7 C.'
„ „ Holz mit 20 % Wasser „ „	114,5	„	18,8	13,0	44,7	57,3	126,8
„ „ Torf, wasserleerer „ „	165,3	„	16,2	10,1	65,0	82,7	174,0
„ „ „ mit 20 % Wasser „ „	132,0	„	12,9	21,1	51,8	66,0	142,8
„ „ wasserfreie Lignite „ „	192,7	„	18,5	8,8	75,7	96,4	199,4
„ „ dgl. mit 20 % Wasser „ „	153,9	„	14,8	11,0	60,5	77,0	163,3
„ „ Steinkohlen „ „	262,1	„	24,4	8,3	103,0	131,1	266,8
„ „ Holzkohlen „ „	265,0	„	27,9	—	104,2	132,5	264,6
„ „ Koaks „ „	242,3	„	25,5	—	95,2	121,2	241,9
„ „ Anthracite „ „	281,6	„	27,4	5,1	110,6	140,8	283,9

In dem oben angeführten, von C. W. Williams herausgegebenen englischen und vom Schiffslieutenant B. Christave in das Französische übertragenen Werke (Cap. 6 und 7) sind die nöthigen Feuerungseinrichtungen angegeben, welche erforderlich sind, den Rauch zu verbrennen und die größt möglichste Hitze bei möglichst wenigen Brennmaterialien zu entwickeln. Nachstehend theilen wir daraus das hierauf Bezügliche mit.

I. Von der geeignetsten Stelle, um in den Ofen die für das Gas nöthige Luft einzuführen.

Um eine hinlänglich rasche Mischung von Luft und Gas hervorzubringen, ist eine mechanische Unterstützung nothwendig; wir wollen daher die geeignetste Stelle für die Anwendung dieser Unterstützung untersuchen.

Es ist einleuchtend, daß es für die auf den Stäben des Rostes liegende Kohle keinen andern Ort auszuwählen giebt, als gerade den des Aschenfalles; aber man muß in Erwägung ziehen, daß dieser keine vortheilhafte Oertlichkeit sei, um die für die gasförmigen Produkte der Kohle bestimmte Luft eintreten zu lassen.

Tredgold, welcher annahm, daß die ganze Quantität der einzuführenden Luft ihren Weg durch das Aschenloch und die Roststäbe nehmen müsse, sagt, „daß das destillirte Gas des frischen Brennmaterials, welches sich über die rothglühenden Kohlen erhebt, durch welche die Luft des Aschenfalles emporsteigt, bald entzündet sein werde". Hier haben wir den alten Irrthum, nach welchem angenommen wird, daß der Durchgang des Gases durch das bis zur Rothgluth erhitzte Brennmaterial ausreichend sei, um die Verbrennung dieses Gases zu bewirken.

In der Einrichtung, welche Herr Parkes in seiner sogenannten gespaltenen Brücke angewendet hat, um der Luft Durchgang zu gewähren, scheint er der Erste gewesen zu sein, welcher die Nothwendigkeit erkannt hat, den Gasen des Ofens noch besonders Luft zuzuführen, unabhängig von derjenigen, welche ihren Weg durch das auf den Roststäben liegende Brennmaterial nimmt.

Diese Einrichtung hatte den besten Erfolg, wenn sie in kleinen Oefen mit kleinen Kohlenladungen oder in großen Oefen angewendet wurde, die schwer mit Brennmaterial beladen waren, um einer Consumtion von mehreren Stunden zu genügen, und welche mittelst der langsamen Verbrennung, während eines langen Zeitraumes eine gleichförmige Gasentbindung gewähren. Aber der Austritt der Luft durch die an dem oberen Theile der Brücke angebrachte Oeffnung eignete sich nicht für große Oefen mit lebhafter Verbrennung und starken Ladungen, wie sie für die Kessel der Dampfschiffe angewendet werden. Diese Mündung konnte auch zufällig durch eine Vermehrung der Geschwindigkeit der Strömung verschlossen werden, welche durch die heißen Produkte gebildet wird, die über ihr hinstreichen, auf gleiche Weise, wie das Emporsteigen des Rauches in dem Schlote eines Hauses verhindert wird durch einen großen Wind, welcher über dem Schlote herrscht.

Zahlreiche Modificationen dieser Einrichtung sind auf den Dampfschiffen zur Anwendung gekommen; die wichtigsten sollen weiter unten mitgetheilt werden, und wir beabsichtigen zugleich, alle Gründe aus einander zu setzen, warum sie kein gelungenes Resultat herbeigeführt haben; denn dergleichen Gründe zu kennen, ist häufig eben so nützlich, als die Ursachen, welche einen guten Erfolg bedingen.

Als die Chemie der Verbrennung in den Oefen im Jahre 1841 im ersten Theile dieses Werkes untersucht wurde, ist dargethan worden, daß die nothwendige Luftquantität weit größer sei, als sie von den Praktikern oder von den Schriftstellern über diesen Gegenstand angenommen und bestimmt worden ist, und daß eine einzige Mündung nicht ausreichend sein könne für den Eintritt dieser Quantität, indem ein zu beträchtliches Volumen eintreten müßte, welches eine erkältende Wirkung auf die Flamme und eine Abnahme in der Verdampfung herbeiführen werde, welcher Umstand in der ganzen früheren Praxis auf eine merkwürdige Weise übersehen worden ist.

Die Einrichtung, welche später auf einigen Schiffen der Dubliner Dampfschifffahrts-Compagnie ausgeführt worden ist, ließ die Luft durch zahlreiche Mündungen und in einer zertheilten Form eintreten. Diese Art, von welcher der Dr. Ure eine klare Beschreibung in seinen Lexikon der Künste im Artikel „Unannehmlichkeiten des Rauches, *)" gegeben hat, ist immer sehr wirksam gewesen, in sofern der

*) „Unannehmlichkeiten des Rauches. Von 50 verschiedenen Erfindungen, welche in diesem Betreff für die Dampfkessel und andere Heizapparate von

Zug ausreichend gewesen ist für die doppelte Luftspeisung, für das Brennmaterial auf dem Rost und für das Gas in der Kammer des Ofens. Man hat in seiner Anwendung oft beträchtliche Wirkungsdifferenzen bemerkt, welche von mangelndem Zuge oder von dem alten Fehler der Trägheit herrührten, der darin besteht, daß man die Hälfte des Ofens vorn, selbst bis an die Thüren stark mit Ladungen versorgt und einen großen Theil des Rostes, so wie der Seite der Brücke bloß mit einer sehr dünnen Schicht von Steinkohlen bedeckt läßt, wie wir gleich nachher sehen werden.

Eine ähnliche Art, die Oefen zu speisen, war nothwendig die Ursache einer unregelmäßigen Kohlenverbrennung und in Folge derselben eines überschüssigen Luftzutrittes, Hindernisse, welche alle Einrichtungen unwirksam machten, die getroffen worden waren, um dem Coak und dem Gase bestimmte Luftspeisungen zukommen zu lassen.

---

großen Dimensionen patentirt wurden, sind sehr wenige hinlänglich wirksam und ökonomisch gewesen. Die erste Person, welche diesen Gegenstand auf eine wahrhaft philosophische Weise studirt hat, ist Herr Charles Wye Williams, Verwaltungsdirector der Dubliner Dampfschifffahrts-Gesellschaft zu Liverpool, gewesen; er hat auch das Verdienst, viele Oefen für Land- und Seemaschinen construirt zu haben, welche die Bildung von Rauch mit Zunahme der Intensität der Verbrennung und einer mehr oder weniger beträchtlichen Brennmaterialersparniß, je nach der Aufmerksamkeit des Heizers, gänzlich verhindern. Diese specielle Erfindung, auf welche er im Jahre 1839 ein Patent genommen hat, besteht in der Einleitung einer angemessenen Quantität von atmosphärischer Luft durch die Wände und durch die Herdflächen der Oefen und zwar durch eine große Zahl kleiner Mündungen, die mit einem gemeinschaftlichen Canal oder Röhre communiciren, deren Querschnitt durch eine äußere Klappe, je nach den Umständen, die für eine vollständige Verbrennung erforderlich sind, vergrößert oder verkleinert werden kann. Diese Richtung der Luft in Gestalt kleiner Strahlen in die zur Hälfte verbrannten gekohlten Wasserstoffgase über dem Herdfeuer und in dem ersten Feuerzuge bewirkt die vollständige Oxygenation derselben, so wie auch die Entwickelung der ganzen Hitze, welche hervorgebracht werden kann, und verhindert gänzlich den Rauch. Eine der zahlreichen und sinnreichen Methoden, welche Herr Williams für die Anwendung der Grundsätze ersonnen hat, welche er ganz richtig seinen Argandschen Ofen nennt, ist dargestellt in Fig. 1 Taf. IV., in welcher a der Aschenfall des Ofens eines Dampfkessels, b die Oeffnung einer Röhre ist, welche die äußere Luft in die Kammer oder in die eiserne Vertheilungsbüchse c treten läßt, welche unmittelbar unter der Brücke g, und vor der Vertheilungskammer f liegt; die Façade der Büchse ist mit länglichen Oeffnungen versehen, so wie man sie unten in den beiden Figuren e e bemerkt; d ist die Thür des Ofens, deren Einfassung mit Backsteinen ebenfalls durchlöchert ist. In einigen Fällen ist die Thür des Ofens vorn angebracht und, gleich den Seiten und dem oberen Gewölbe, aus durchlöcherten feuerbeständigen Backsteinen construirt, welche in dem Mauerwerke aus gewöhnlichen Backsteinen mit einem Zwischenraume festgehalten werden, in welchen die Luft in regulirter Quantität mittelst einer beweglichen an der Thür angebrachten Klappe eintreten kann. Ich habe einen so eingerichteten Ofen von bewundernswerther Leistung, ohne Rauch und mit Ersparniß an Brennmaterial von ⅓ der Kohle gesehen, die früher consumirt wurde, wobei er eine Quantität Dampf lieferte, welche derjenigen eines gewöhnlichen Ofens gleich kam. Eine sehr begreifliche Demonstration der glücklichen Anwendung der patentirten Erfindung des Herrn Williams auf Oefen von den beträchtlichsten Dimensionen ist ganz besonders von Herrn Houldsworth in einer der letzten Sitzungen des Ausschusses der Kammer der Gemeinen, mit einer Untersuchung

Die Zuführung der Luft zu den Dampfkesseln auf dem Lande durch dünne und zahlreiche Strömungen oder von verschiedenen Seiten her, wurde zuerst in die Praxis eingeführt im Jahre 1841 bei einer großen Zahl von Oefen zu Manchester *) und bei den hydraulischen Maschinen zu Liverpool, wie auch bei der feststehenden Maschine der Eisenbahn von Liverpool nach Manchester unter der Direction des Ingenieurs Herrn John Dewrance. Die Apparate der hydraulischen Maschinen mit einem Schlote von 150 Fuß Höhe hatten vorher eine unerträgliche Belästigung verursacht. Diese beiden Versuche sind indessen unbemerkt geblieben und selbst von den Autoritäten Liverpools vergessen worden, offenbar in Folge des einfachen Umstandes der wirklichen Verminderung unangenehmer Uebelstände, die nach der Zeit nicht mehr die Aufmerksamkeit auf sich gezogen haben

Was nun den angemessenen Ort für den Zutritt der Luft anlangt, so erklären wir hier nach reiflicher Ueberlegung und nach einer großen Zahl von Versuchen: „daß es hinsichtlich der hervorgebrachten Wirkung ganz gleichgültig sei, die Luft in einen Theil des Ofens oder des Feuerzuges vorzugsweise vor einem andern eintreten zu lassen, sobald man nur folgende wesentliche Bedingung erfüllt, daß nämlich die

---

über den Rauch (Julius 1843) beauftragt, vorgelegt worden. Herrn Henry Houldsworth zu Manchester, welcher in dem ersten Feuerzuge einen pyrometrischen Cylinder angebracht hatte, der auf einen Zeiger an einem äußeren Zifferblatte wirkte, wurde dadurch in den Stand gesetzt, jede Variation der Temperatur zu beobachten, welche durch die Variationen des Eintrittes der Luftstrahlen in die Masse der in dem Ofen entwickelten flammenden Gase erzeugt wurde. Er weis't auf diese Weise nach, daß wenn man sich der Einrichtung des Herrn Williams bediene, man sehr leicht aus dem Brennmaterial 20 Procent mehr Wärme erhalten könne, als wenn man das Feuer nach der gewöhnlichen Methode mit Erzeugung des gewöhnlichen Rauchvolumens brennen lasse. Es wäre zu wünschen, daß in der gegenwärtigen Sitzung des Parlamentes ein Gesetz, wegen der Unterdrückung oder wenigstens der Verminderung dieser Calamität durchginge, welche den größten Theil Londons und aller unserer Manufaktur-Städte verunreinigt, indem sie zu gleicher Zeit so viele Nachtheile für das thierische und vegetabilische Leben herbeiführt. Großes Lob verdient Herr Williams wegen seiner unermüdlichen und uneigennützigen Arbeiten in dieser schwierigen Unternehmung, und wegen seiner Geduld, mit welcher er eine große Menge ungerechter Verläumdungen erträgt, welche durch Eingenommenheit gegen seine Rechtlichkeit und durch ungelehrige Unwissenheit zu Tage gefördert werden".

Es verdient bemerkt zu werden, daß trotz der vielen Jahre, die schon vergangen sind, seit Dr. Ure dieses geschrieben hat, erst jetzt, im Jahre 1854, das Parlament in der Weise eingeschritten ist, wie es schon längst gewünscht wurde.

*) Dieses ist einer derjenigen Oefen, welcher von dem Grafen von Ellesmere (damals Lord Francis Egerton) untersucht worden ist und der seine Herrlichkeit veranlaßt hat, den folgenden Brief zu schreiben:

Worsley, 22. Nov. 1841.

„Mein Herr, da ich diesen Morgen die Erfindung untersucht habe, welche bestimmt ist, den Rauch zu verhüten, auf welche Herr Charles Wye Williams ein Patent erhalten hat und für welches Sie der Agent sind, so wünsche ich den so offenbaren Erfolg dieser Erfindung, welche ihren Hauptzweck erreicht hat, mit meinem Zeugniß zu unterstützen. Die Grenze ihrer Wirkung für die Ersparniß des Brennmaterials, ein secundärer Zweck, welcher die natürliche Folge des ersten ist,

mechanische Mischung des Gases und der Luft auf eine fortdauernde Weise und ehe die Temperatur des im Gas enthaltenen Kohlenstoffs, der sich dann im Zustande der Flamme befindet, unter die Temperatur des Glühens herabsinkt, bewirkt werde". Diese Temperatur würde nach Sir Humphry Davy nicht unter 800° F. (426,6° C.) betragen, weil unter dieser Temperatur die Flamme weder hervorgebracht, noch unterhalten werden kann. Diesem Umstande nun verdankt die Sicherheitslampe des Grubenarbeiters ihre schätzbaren Leistungen. In der Praxis ist die Luft in alle Theile des Ofens und mit gleichem Erfolg eingeleitet worden. Ihre Zulassung durch eine Vertheilungsplatte am Fuße der Brücke und am Ende der Ofenthür hat alle wünschenswerthen Resultate ergeben.

Wir müssen jetzt von der Annahme des Röhrensystems während dieser letzten Jahre für die Marinekessel sprechen; denn dieses System hat absolut verschiedene Einrichtungen nöthig.

Der vorherrschende Charakter der Röhrenkessel ist die Kleinheit der Entfernung, oder des zu durchlaufenden Weges zwischen dem Ofen und den Röhren; es geht daraus hervor die Unmöglichkeit die dreifache Operation der Entbindung des Gases, seiner Vermischung mit der Luft und die Vollendung der Verbrennung in dem

---

und ihre Resultate in Betreff der vollständigen Wiederbezahlung des Aufwandes der Construktion und einer guten Belohnung für den Patentträger sind Gegenstände, über welche ich nicht meine Meinung aussprechen kann, denn ich bin ein wenig gelehrter Beobachter. Ich kann keinen Grund einsehen, zu glauben, daß in dieser Hinsicht die Erfindung vollständig den Zweck verfehlen sollte, und bei ihrer Anwendung auf Dampfschiffe halte ich es für wahrscheinlich, daß ihre Vortheile als höchst wichtig betrachtet werden. Ich kann nicht die Wissenschaft für nothwendig halten, um einen gewöhnlichen Beobachter in den Stand zu setzen, sich eine feste Meinung über das Mittel zu bilden, wie man die Nachbarschaft unserer zahlreichen Fabrikschlöte von den nachtheiligen Uebelständen derselben zu befreien habe. Ihr Erfolg in dem Falle des Schlotes, der dem Ofen gegenüber liegt und der zu unsern Versuchen gedient hat, ist offenbar und unbestreitbar; wenn der Eigenthümer eines Schlotes der Meinung ist, daß solche Erfindungen nicht der Anwendung werth sind, so bin ich wenigstens sicher, daß dagegen die Nachbarn sich beeilen werden, darauf zu unterzeichnen; ich halte Niemanden für so albern, meine Meinung über einen solchen Gegenstand als einen Beweis zu betrachten; aber es könnte sich der Fall ereignen, daß die interessirten Theile sich entschlössen, meinem Beispiele zu folgen, nämlich selbst und nach eigener Untersuchung zu urtheilen. Ich zweifle daran, daß die Brennmaterialersparniß von den Bewohnern Lancashire's so betrachtet werde, wie sie es wirklich verdient. Wir sind jetzt reich und verschwenden; aber in London, in Cornwallis und andern Orten wird dieses Resultat der Erfindung, wenn es sich gehörig durch die Erfahrungen bestätigt, von großer Wichtigkeit sein und von einer noch größeren für die Dampfschifffahrt. Als Eigenthümer von Kohlengruben ist eine solche Erwähnung nicht meine Sache; ich kann indessen nicht glauben, daß dasjenige, welches dazu beiträgt, den Gewinn des Manufakturisten zu vergrößern, mit der Zeit die Consumtion der Steinkohlen vermindern könne.

Ich bin, meine Herren, Ihr ganz ergebener
F. Egerton.

M. H. Dircks,
MM. Dircks et Cie., 3, Bâtiments de Town-Hall, Manchester.

Raume von einigen Fußen und während des Bruchtheiles einer Secunde Zeit zu bewirken, der ihm hier zugestanden sind. Um die gewünschte Wirkung zu erlangen, hat man hier also die Luft an der Façade eintreten lassen, wo sich die Ofenthür befindet, wodurch zu der Länge des zu durchlaufenden Weges noch die ganze Länge des Ofens hinzukommt.

Da unser Hauptzweck die Einführung der Luft in getrennten Theilen in die Gasatmosphäre der Ofenkammer ist, so haben wir den folgenden Versuch angestellt: Es ist aus dem Roste eines Kessels der mittlere Roststab herausgenommen worden, von 4 Fuß Länge (1,220 Meter), und über dem leeren Raume wurde ein, nach der in Fig. 2, Taf. IV. dargestellten Form gebogenes Blech angebracht.

Der obere Theil des gebogenen Bleches, welcher sich um 3 Zoll (0,076 Meter) über das Brennmaterial erhob, wurde dann mit 5 Reihen von Löchern von ½ Zoll (0,013 Meter) durchbohrt, aus welchen die Luft in 56 Strahlen getheilt ausströmte. Durch dieses Mittel erhielt man eine angemessene und augenblickliche Mischung, wie in einem Argand'schen Gasbrenner; das Aussehen, durch die Schaulöcher betrachtet, die am Ende der Kessel angebracht sind, war sogar glänzend, und Flammenströme, statt der Luftströme, schienen aus den zahlreichen Mündungen hervorzubrechen. Es braucht kaum hinzugefügt zu werden, daß ungeachtet des großen Volumens auf diese Weise eingetretener Luft doch keine abkühlende Wirkung sich bemerkbar machte.

Der Querdurchschnitt des Ofens, von hinten gesehen Fig. 3, zeigt die sich ausbreitende und charakteristische Wirkung der Flamme.

Dieser Versuch hat uns dahin gebracht, den Theil des Ofens zu erweitern, wo sich die Thür befindet, und ihm eine hinlängliche Dimension zu geben, um hier die Zahl von Mündungen anzubringen, welche zur vollständigen Luftspeisung nöthig ist, und diese Einrichtung bewährt sich seit mehreren Jahren in den Land- und Marinekesseln äußerst erfolgreich.

Die große Schwierigkeit in der Praxis besteht in der Anwendung dieses Systemes auf die Marinekessel; denn sie haben so verengerte Thüröffnungen, daß es unmöglich ist, hier die gewünschte Zahl halbzölliger (0,013 Meter) Oeffnungen anzubringen, wie wir gleich finden werden.

Bevor wir zur Untersuchung der Zeichnungen über denselben Gegenstand übergehen, welche weiter unten mitgetheilt werden, halten wir es für nützlich, eine der Ursachen der Unordnung nachzuweisen, welche in der Praxis viele im Principe richtige Dinge unwirksam macht.

Wenn man das Innere der Feuerzüge der Landkessel durch schicklich angebrachte Schauöffnungen betrachtet, sobald der Ofen in voller Thätigkeit ist, so kann man zahllose glänzende Punkte bemerken, die in die Feuerzüge mit einer großen Geschwindigkeit auf 10 — 20 Fuß (3,048 bis 6,096 Meter) fortgerissen werden, ehe sie ihren leuchten-

den Charakter verlieren und die sich endlich in den Röhren oder Feuerzügen überall niedersetzen, wo sich Wirbel bilden. Diese Funken bestehen meistentheils aus erdigen Theilchen im Zustande der Schmelzung. Wenn sie nicht von der Kohle getrennt werden, so fallen sie auf die Roststäbe und bilden, indem sie sich mit der Asche verbinden, Schlacken. Diese erdigen Theilchen entweichen bei einer hohen Temperatur, hängen sich an alles, was sie berühren, und indem sie sich mit dem Staube oder mit den Coaksstückchen vereinigen, welche die Strömung nach einwärts führt, füllen sie die Mündungen der Luftvertheilungsbüchsen aus, und wenn sie hier nicht ausgeräumt werden, so verhindern sie den Eintritt der nöthigen Luftquantität.

Wir wollen jetzt Beispiele der verschiedenen Construktionssysteme geben, welche bis jetzt für die Oefen angewendet worden sind und die irgend ein Princip oder eine bemerkenswerthe Wirkungsart darbieten.

II. Verschiedene Ofeneinrichtungen und Bemerkungen über jede derselben.

Die folgenden Bemerkungen über die Eigenthümlichkeiten aller Ofenpläne, welche hier untersucht werden, sind das Resultat praktischer Beobachtungen, die während einer Reihe von Jahren angestellt worden sind, und sie können sehr nützlich sein als eine Andeutung dessen, was vermieden werden muß, wie auch dessen, was für den Zutritt der Luft geschehen muß.

Die Fig. 4 (Taf. IV) stellt eine der ersten Einrichtungen dar, welche durch das Patent des Argand'schen Ofens vom Jahre 1839 für den Zutritt der Luft in zahlreichen Strahlen angenommen worden ist. Diese Einrichtung war anwendbar bei Landkesseln, welche einen großen verfügbaren Raum für die durchbohrten Röhren aus gebranntem Thon oder aus Gußeisen darbieten, und sie ist zuerst für die hydraulischen Arbeiten von Liverpool ausgeführt worden. Bei dieser ersten Anwendung war die Unannehmlichkeit, welche vom Sand oder den andern glühenden und sich anhängenden Substanzen, welche die Mündungen verstopfen können, herrührte, sehr beträchtlich. Alsdann wurde sie ersetzt durch die schon erwähnte Einrichtung (im Lexikon des Dr. Ure), welche seit der Zeit immer im wirksamen Dienste in dieser Werkstatt verblieben ist.

Die folgenden Beispiele beziehen sich überhaupt auf Marinekessel.

Die Fig. 5 stellt den gewöhnlichen Ofen der Marinekessel dar. Hier ist keine Anordnung irgend einer Art für den Zutritt der Luft getroffen; die Luft dringt nur durch den Aschenfall und durch die Roststäbe und das auf denselben liegende Brennmaterial ein. Es braucht kaum hinzugefügt zu werden, daß der Mangel an Luft für das Gas die nothwendige Ursache der Entstehung eines beträchtlichen Rauchvolumens sei.

Fig. 6. Die gespaltene Brücke des Hrn. Parkes. Diese Einrichtung, welche im Jahre 1820 patentirt wurde, war wirksam für eine Kohlensumtion und eine Gaserzeugung, die klein und gleichförmig waren, oder eignete sich auch in einem großen Ofen, der ziemlich stark geladen wurde, um mit einer langsamen Verbrennung 6 oder 8 Stunden zu dauern. Da die Gasentbindung gleichförmig und der Luftbedarf mäßig war, so war die Speisung durch die enge, in der Brücke angebrachte Oeffnung ausreichend. Dieses System hat die Basis mehrerer darauf gegründeter Erfindungen gebildet; entweder haben die Patentträger nicht darauf geachtet, oder den Ursprung des Werkes, welches sie geltend zu machen suchten, nicht eingestanden.

Fig. 7. Diese Modification der gespaltenen Brücke ist schon frühzeitig an den Marinekesseln vom Ingenieur der Dampfschifffahrts-Gesellschaft zu Dublin angewendet worden, um auf der unteren Fläche der Mündung die Vereinigung der Asche zu verhindern, welche die Luftpassage verstopfte. Da die Oefen nach kurzen Zwischenräumen geladen wurden und die Verbrennung rasch war, so wurde die Luftspeisung unzulänglich gefunden. Die Oeffnung am höchsten Punkte der Brücke konnte leicht von der Asche und den kleinen Kohlenstückchen verstopft werden, welche gelegentlich über diesen Punkt hinaus fortgerissen wurden.

Fig 8. Diese Modification hat keinen Erfolg gehabt. Die zweite Oeffnung für den Zutritt der Luft am Ende des Rostes brachte eine ganz unregelmäßige Wirkung hervor, welche zu gleicher Zeit derjenigen der gespaltenen Brücke entgegenwirkte, weil die Luft bei gewissen Zuständen des Brennmaterials es vorzog, durch den offenen Raum am Ende des Rostes, also auf dem kürzesten und heißesten Wege, einzutreten, so oft diese Stelle unbedeckt war.

Fig. 9. Diese Einrichtung ist angewendet worden am Bord eines Dampfschiffes von großer Mächtigkeit, um nämlich dem Mangel abzuhelfen, der in der andern Figur angedeutet worden ist. Da die Oeffnung vergrößert worden war, so trat die Luft in zu starker Masse ein und brachte eine erkältende Wirkung hervor; man verlor auch viel Brennmaterial, welches bei dieser Gelegenheit in den Aschenfall herabfiel.

Später vertauschte man diese Einrichtung mit derjenigen von Fig. 19; die Roststäbe wurden von 7 Fuß 6 Zoll (2,286 Meter) bis auf 6 Fuß (1,829 Meter) reducirt, und man erlangte damit ein gutes Resultat.

Fig. 10. Diese Einrichtung half dem Uebelstande der vorhergehenden Anordnung ab, indem sie die am Ende des Rostes herabgefallene Kohle nutzbar machte, da dieselbe auf dem kleinen Hilfsroste aufgenommen und hier consumirt wurde. In der Praxis hatte sie indessen eine weniger große Wirksamkeit für die Erzeugung des Dampfes; sie war unregelmäßig in ihrer Wirkung und zerstörte rasch die Roststäbe.

Fig. 11. Diese Einrichtung, im Jahre 1840 angenommen, war eine der ersten Anwendungen des Prinzipes des Argand'schen Ofens an den Marinekesseln. Die zertheilte Luft trat ein durch Oeffnungen, welche in einer 8zölligen Röhre (0,203 Meter), die hinter dem Kessel herkam, angebracht waren. Diese Einrichtung hatte einen vollständigen Erfolg, so lange die Oeffnungen der Röhre frei blieben; jedoch wurden diese kleinen Oeffnungen von bloß $\frac{1}{4}$ Zoll (0,006 Meter) von dem Sande und der Asche bedeckt und verstopft. Die Folge davon war eine Verminderung in der Luftspeisung, und die Röhre wurde verbrannt und zerstört.

Fig. 12. Diese Einrichtung, welche am Bord des Dampfschiffes Leeds angewendet worden, war so lange äußerst wirksam, als die geneigte Platte und ihre zahlreichen Mündungen unversehrt blieben. Da sie endlich aber ebenfalls verstopft, oder von Kohle bedeckt wurde, die während der Ladung auf dieselbe fiel, so warf sich diese Platte und wurde endlich außer Dienst gesetzt.

Fig. 13. Diese Modification wurde an demselben Kessel angebracht, um den eben erwähnten Fehler zu verbessern. Man verkürzte die Roste von 6 Fußen (1,829 Meter) bis auf 4 Fuß 6 Zoll (1,372 Meter). Die Luft wurde endlich durch eine Platte eingeführt, die mit halbzölligen Löchern (0,013 Meter) versehen war. Diese Einrichtung hatte den vollständigsten Erfolg; das Glühen und die Verbrennung waren vollständig; es fand keine Rauchbildung statt, und die Verminderung der Consumtion war beträchtlich. Aber die in der Brücke angebrachte Büchse war zu klein; sie wurde aus diesem Grunde leicht mit Asche gefüllt, welche durch die Luftströmung aus dem Aschenfall fortgeführt wurde; die Heizer vernachlässigten es, die Mündungen frei zu erhalten, und man konnte nicht mehr auf die Wirkung dieser Einrichtung rechnen.

Fig. 14. Diese Anordnung, welche den oben angegebenen Mängeln abhalf, wurde angewendet am Bord des Dampfschiffes la Princesse, wie auch am Bord des Oriental und des Hindostan, welche den Depechendienst im Mittelländischen Meer verrichteten. Es wurde die vollständige Verbrennung des Gases erlangt, und folglich fand keine Rauchbildung mehr statt. Die zahlreichen Oeffnungen waren in der Weise entfernt worden, daß sie der directen Wirkung der Wärme und der Möglichkeit, verstopft zu werden, nicht mehr ausgesetzt waren. Die Regulirklappe, welche ursprünglich vor den Oeffnungen angebracht war, um die Luftspeisung zu reguliren, zeigte sich nach kurzer Erfahrung als unnütz und wurde weggelassen.*) Diese Einrichtung hat sich als die

*) Der Ober-Mechaniker dieser Schiffe, an welchen sie successiv nach zahlreichen Erfahrungen über den Werth des Luftzutrittes angebracht worden war, hat folgenden Bericht erstattet:

Liverpool, den 26. August 1842.

„Mein Herr, nach der Erfahrung, die ich über den Apparat am Bord des Paketbootes für den Depechendienst la Princesse machte, habe ich gefunden, daß

wirksamste in der Praxis erwiesen, und während der 10 letzten Jahre ist sie an vielen Land- und Marinekesseln angewendet worden. Der Preis der Luftbüchse beträgt nicht ganz 40 Schillinge (50,42 Francs).

Fig. 15. Bei dieser Einrichtung ließ man die Luft durch eine Röhre eintreten, die auf der Sohle des Aschenfalles lag, um die Strömung des Staubes zu vermeiden und um Luft von einer kältern Temperatur eintreten zu lassen. Diese Einrichtung brachte eine gute Wirkung für die Verbrennung hervor, war aber noch dem Sande, dem Staube und der Wärme ausgesetzt, wie wir schon gesagt haben; sie wurde später nach der Form der Fig. 14 modificirt.

Fig. 16. Dieses war ein Röhrenkessel, und man sieht ihn ganz so, wie er im Jahre 1846 vom Fabrikanten kam; er war ganz unzulänglich und gab viel Rauch; die Röhren waren ebenfalls, wegen des kurzen Laufes der Flamme, der Abnutzung unterworfen.

Die in der Brücke befindliche Luftbüchse war häufig mit Staub und Asche gefüllt, wie hier gezeigt ist. Da der Rost eine Länge von 6 Fuß 10 Zoll (2,083 Meter) hatte, so erreichte die Flamme nothwendig die Röhren und verursachte an den unteren Reihen beträchtliche Beschädigung. Man brachte hier die Modificationen an, welche in Fig. 17 angegeben sind.

Fig. 17. Dieses ist der vorige Kessel; die Modification des Ofens war mit beträchtlichem guten Erfolg verbunden. Man verkürzte den 6 Fuß 10 Zoll langen Rost bis auf 5 Fuß 8 Zoll (1,727 Meter),

---

er eine beträchtliche Kohlenersparniß gewährte, und daß er außerdem den Rauch verhinderte; deshalb verlange ich, daß er am Bord des Hindostan angebracht werde, ehe dieses Schiff England verläßt.

Ich bin, mein Hr., Ihr sehr gehorsamer Diener

James M'Laren,
Ober-Mechaniker des Hindostan.

Auszug eines Briefes des Hrn. M'Laren datirt vom Bord des Dampfschiffes Hindostan, Madras vom 20. November 1842:

„Was die Luftbüchsen anlangt, so bin ich der Meinung, daß sie der Compagnie eine große Brennmaterial-Ersparniß und zugleich eine Unterstützung der Brücke gewähren; denn wenn wir die gewöhnlichen Brücken gehabt hätten, so würden wir genöthigt gewesen sein, sie mehrmals neu herzustellen, was das Schiff um mehrere Tage aufgehalten haben würde; aber bis gegenwärtig haben wir keine Veranlassung gehabt, auch nur einen einzigen Backstein einzuziehen, seit wir Gibraltar verlassen haben, und auch die durchlöcherten Platten sind noch so unversehrt, als wenn sie eben erst in den Ofen eingesetzt wären; und was den Rauch anlangt, so ist keiner, oder nur selten gesehen worden. Ich bin so glücklich, Ihnen zur Ehre der Herren Fawcett und Comp. zu melden, daß wir bis auf den heutigen Tag weder einen einzigen zerbrochenen Bolzen, noch eine schlechte Vernietung in den Kesseln haben, und alles scheint noch in so gutem Zustande zu sein, als zur Zeit, wo wir England verließen. Die stündliche Kohlenconsumtion beträgt 27 Centr. (1371 Kilogr.)"

Bericht des Ober-Mechanikus vom Oriental, welcher zwischen England, Gibraltar, Malta und Alexandrien fährt, vom 19. Dec. 1842.

Die Luftvertheiler wirken auf diesem Schiffe außerordentlich gut; stündliche Consumtion 26 Ctr. (1320 Kilogr.); keine Art von Rauch.

aber es war unmöglich, für den kurzen Lauf der Flamme und für die beschränkte Zeit der Verbrennung, ein Fehler, der mit allen Röhrenkesseln verbunden ist, Abhilfe zu bringen. Die Veränderung in der Länge des Rostes verminderte die Kohlenconsumtion beträchtlich; der Rauch war bis zu einem gewissen Punkte vermieden, und die Quantität des erzeugten Dampfes wurde gesteigert. In diesem Kessel befanden sich 205 Röhren von $2\frac{1}{4}$ Zoll (0,070 Meter) Durchmesser. Kraft der Maschinen 190 Pferde.

Fig. 18. Dieses war ein großes Dampfschiff von 350 Pferdekräften mit Röhrenkesseln. Die Einrichtung des Ofens, wie sie hier dargestellt, ist diejenige, mit welcher derselbe aus der Werkstatt des Fabrikanten kommt. Drei Reihen Roststäbe, jede von 2 Fuß 8 Zoll (0,812 Meter) Länge, füllten den ganzen Raum aus und ließen keinen Raum übrig für den Zutritt der Luft nach dem Gas; eine große Kohlenconsumtion, eine große Raucherzeugung und viele Uebelstände und Aufwand in Folge der Zerstörung der Röhren und der Kopfplatte waren die Folge davon.

Fig. 19. Dieses ist der vorgehende Kessel mit den verkürzten Roststäben und der Büchse für die Lufteinführung in der Brücke. Ungeachtet der Mängel eines kurzen Laufes der Flamme war diese Veränderung dennoch zufrieden stellend. Dieser Fall bewies, wie wichtig es sei, die Luftpassage von jedem Hindernisse frei zu erhalten. Man brachte die Luftbüchse in den hintern Kessel und ließ den vordern wie in Fig. 18. Auf der Reise, während welcher dieser letztere 90 Tonnen und 18 Centr. (92322 Kilogr.) Kohlen consumirte, wurden für den ersteren bloß 81 Tonnen und 15 Centr. (82014 Kilogr.) verwendet. Nach dem Berichte des Mechanikers: »Wenn die Gase consumirt waren, so erlangte man die beste Wirkung, eine gute Verdampfung und verbrannte weniger Kohlen.«

Fig. 20. Dieser Kessel, ebenfalls ein Röhrenkessel, hatte eine Länge von 17 Fuß 2 Zoll (5,232 Meter). Man sieht ihn hier, wie er vom Fabrikanten kommt. Der Rost hatte 9 Fuß (2,743 Meter), die Sohle des Herdes 9 Zoll (0,229 Meter). Die Oberfläche für den Eintritt der Luft stand ganz außer Verhältniß mit der Quantität Luft, welche eingeführt werden mußte. Dieser Kessel wurde alsdann modificirt, wie man ihn Fig 21 sieht. Er war bestimmt für eine Maschine von 370 Pferdekräften.

Fig. 21. Es ist noch immer der Kessel des großen Dampfschiffes, der in der vorhergehenden Figur erwähnt worden; die Luftbüchse wurde in der Brücke angebracht; eine beträchtliche Verminderung in dem angewendeten Brennmaterial, eine reichliche Dampferzeugung und Befreiung von den Uebelständen des Rauches waren die Folgen dieser Modification.

Fig. 22. Dieser Röhrenkessel ist hier so dargestellt, wie er aus der Werkstatt des Fabrikanten kommt; der Rost hat 9 Fuß 3 Zoll (2,819 Meter), die Sohle 12 Zoll (0,305 Meter). Keine Einrich-

tung für den Zutritt der Luft gegen das Gas hin. In diesem Kessel war der Weg der Flamme bis zum Eintritt in die Röhren so kurz, daß die Dampferzeugung fast ausschließlich von der großen Rostoberfläche abhängig war, welche 10 Oefen darboten. Die Kohlenconsumtion war sehr groß und der Rauch sehr dick. Die geringe Tiefe des Kessels verminderte beträchtlich die Leichtigkeit, ihn zu verbessern. Er wurde modificirt, wie man in der folgenden Figur sieht.

Fig. 23. Der vorhergehende Kessel modificirt, wie wir gesagt haben, indem man die Luft durch eine durchlöcherte Platte eindringen ließ. Die Mängel, welche mit einem kurzen Kessel und mit einem kleinen Wege für die Flamme verbunden sind, haben in diesem Falle die Erlangung eines großen Gewinnes verhindert.

Fig. 24. Wir geben hier die genannte Zeichnung, um den Irrthum der Praktiker darzuthun, die da annehmen, daß die Gase consumirt werden könnten, wenn man sie durch glühendes Brennmaterial streichen lasse. Die Wirkung dieser Einrichtung besteht darin, das Gas in Kohlenoxyd zu verwandeln und, da es unsichtbar ist, glauben zu machen, daß der Rauch verbrannt worden sei. Es ist unnütz, bei dem chemischen Irrthume einer solchen Behauptung zu verweilen; die falsche Idee, zu glauben, daß das Gas oder der Rauch consumirt werden könnten, wenn sie durch, über oder zwischen einer Masse von glühendem Brennmaterial ihren Weg nehmen, hat, wie wir schon bemerkten, seit den Zeiten Watt's bis auf den heutigen Tag sich erhalten. Wir könnten hier zahlreiche patentirte Einrichtungen für denselben Zweck vorlegen, die alle denselben Fehler haben und auf gleiche Weise unwirksam gewesen sind.

Fig. 25. Von dieser Art war eines der zahlreichen Mittel, die Luft zu erwärmen, welches unter der Herrschaft der täuschenden Idee, wenn man die Luft erhitze, werde der Rauch verbrannt werden, unter dem Publikum verbreitet war. Ein großer hohler Roststab A war im Mittelpunkte oder auf den Seiten der Oefen mit einer Thür angebracht, um den Zutritt der Luft zu reguliren.

Die Admiralität wurde bewogen, die Anwendung dieser Einrichtung auf dem Dampfpacketboot Urgent zu Woolwich zu erlauben; sie mißlang aber gänzlich und wurde folglich wieder aufgegeben *). Die Luftheizung war weiter nichts, als eine Ankündigung für den Zweck, dieser patentirten Erfindung den Anschein der Neuheit zu geben. Sie wurde nach diesem Falle des Mißlingens auf das System der gespaltenen Brücke des Herrn Parkes mit allen seinen Nachtheilen reducirt, wenn es auf Marinekessel und auf große Oefen angewendet wird.

---

*) Da der Urgent, Capitain Emerson, für den Depechendienst zu Liverpool bestimmt war, so wurde dieses Dampfschiff meinen Beobachtungen übergeben. Um die Wirkung dieses hohlen Roststabes nachzuweisen, habe ich einen Versuch gemacht, um zu bestimmen, in welchem Grade die Luft erhitzt werden könne, und ich habe dadurch gefunden, daß man durch dieses Mittel keine merkliche Steigerung der Wärme erlangen könne.

Fig. 26. Dieses ist eine andere Modification der Einrichtung der gespaltenen Brücke. Herr West hat sie in seinem Berichte über die Methoden, welche der öffentlichen Versammlung zu Leeds im Jahre 1842 vorgelegt wurden, in folgender Weise beschrieben: „Sie besteht in einem Regulatorregister, durch welches die Luft in einem Canale durch die Brücke (die gespaltene Brücke des Herrn Parkes, dessen Patent abgelaufen) 4 Stunden lang Zutritt erhielt, nachdem das Feuer angezündet worden. Nach Verlauf dieser Zeit ist die Steinkohle in Coaks verwandelt, und das Register wird für den übrigen Theil des Tages geschlossen". Es liegt auf der Hand, daß diese Einrichtung nichts Eigenthümliches weiter hat, als die gespaltene Brücke, verbunden mit der Art des Heizens, nebst der langsamen und ununterbrochenen Verbrennung, die bei dieser Einrichtung anwendbar ist.

Fig 27. Eine andere Modification der gespaltenen Brücke, obgleich sie angekündigt worden ist als ein Mittel, die Luft zu heizen, indem man sie ihren Weg durch ein massives erhitztes Mauerwerk nehmen läßt. „Diese Einrichtung, sagt Herr Péclet, ist in Frankreich angewendet, aber auch wieder aufgegeben worden".

Fig. 28. Herr Péclet theilt diese Einrichtung als eine von denjenigen mit, auf welche Chanter ein Patent genommen hat; man hat sie in Frankreich ebenfalls versucht, alsdann aber wieder aufgegeben. Man kann aus der genannten Figur abnehmen, daß es sich hier nur um eine Modification einer der vorhergehenden Einrichtungen handelt.

Fig. 29. Noch eine der Einrichtungen mit heißer Luft, obgleich sie weiter nichts darbietet, als die gespaltene Brücke mit einem Supplementar-Rost, so wie ihn Chanter und mehrere Andere angenommen haben. Der Erfinder erklärt, daß die Luft mit großer Intensität durch die Handvoll Schlacken oder glühende Asche erhitzt werde, welche auf den Supplementar-Rost fällt.

Da dieses System im Publikum sehr verbreitet worden ist, so geben wir hier die eigene Beschreibung des Erfinders, die alles übertrifft, was es nur Irrthümliches aus dem chemischen Gesichtspunkte giebt und alles, was die wenigste Garantie in praktischer Hinsicht darbietet *).

---

*) „Man kann sehen, daß die Erfindung aus zwei Reihen fester Roststäbe besteht, von denen die erste hauptsächlich mit den Schlacken oder der glühenden Asche bedeckt ist, die von der zweiten oder der obern Reihe herrührt, und aus einer erwärmenden Platte, deren vordere Seite durch einige feuerbeständige Backsteine geschützt werden kann. Mit Hülfe dieser Einrichtung streicht die Luftströmung, welche am unteren Theile des Ofens eintritt, durch zwei Feuerschichten, gelangt dann zwischen die erwärmende Platte und die Brücke und wird auf diese Weise mit einer Intensität erhitzt, die groß genug ist, um die gänzliche Verbrennung der gasförmigen Produkte des Brennmaterials zu bewirken, und um die gewöhnliche Rauchbildung zu verhindern. Dieses ist in der That ein doppelter Ofen innerhalb der Grenzen jeder Art von gewöhnlichem Ofen, und der hier mit Ersparniß angewendet werden kann; er ge-

Fig. 30. Ein anderes System mit erhitzter Luft, so wie es Herr West in seinem Berichte mitgetheilt hat. Man nimmt hier an, daß die Luft erhitzt werde, indem sie durch die Verticalröhren a, die im Feuerzuge liegen, dann durch die Röhre b und endlich in den Ofen durch eine einfache Mündung c streicht. Es genügt, zu bemerken, daß es unmöglich sein würde, auf diese Weise den vierten Theil der nöthigen Luftquantität eintreten zu lassen; man müßte denn die Mündung hinlänglich erweitern, um eine erkältende Wirkung durch den Eintritt der Luft in Masse in den Ofen zu bewirken. Herr West sagt, „daß der Erfinder das Recht in Anspruch nehme, die erhitzte Luft für den Zweck anzuwenden, den Rauch zu verzehren, welches übrigens auch die Art und Weise sein möge, durch welche die Luft erhitzt werde." Man kann versichern, daß niemand geneigt sein werde, ihm dieses Recht streitig zu machen.

Diese zahlreichen Parteigänger für die Anwendung der heißen Luft in den gewöhnlichen Kesselöfen haben, was uns sonderbar erscheint, sich nicht im geringsten über den Wärmegrad ausgesprochen, den die Luft haben müsse. Sie haben keinen Versuch angestellt, um die Wahrheit dieses Gegenstandes zu erfahren, und haben keinen Grund zu Gunsten der Hypothese aufgestellt, daß die Luft wirksamer sein soll, wenn sie erhitzt ist.

Fig. 31 und 32. Den Grundriß der Fig. 31 wie auch ihren Standriß Fig. 32 haben wir ebenfalls aus dem Berichte des Herrn West entnommen, und haben ihn hier vorgelegt, in der Absicht, den Irrthum der heißen Luft, welche den Rauch verbrennen soll, gründlicher darzuthun. Herr West giebt folgende Beschreibung davon: „Der Rauch, nachdem er seinen Weg durch die mit F bezeichneten Züge genommen hat, hat eine solche Richtung, daß er vom Ventilator H ergriffen wird, ehe er zum Register G gelangt, und mit einer hinlänglichen Quantität atmosphärischer Luft wird er durch den zurücklaufenden Zug J in den geschlossenen Aschenfall K getrieben, wo er gezwungen ist, zwischen den Roststäben C durchzustreichen. Es ist unnütz, hier noch einen Commentar über eine so ganz der Chemie und der Natur widersprechende Einführung hinzuzufügen.

Wir haben nicht nöthig, hier die Systeme des drehbaren Rostes Brunton's, der beweglichen Roste von Jukos oder des Speisungsapparates Stanley's *), der sich selbst regulirt, zu beschreiben. Sie

---

währt die Vortheile eines kräftigen Zuges heißer Luft, ohne irgend ein Gebläse; er ist so eingerichtet, daß er die nothwendige Wärme in den Kesseln aller Formen gleichförmig vertheilt und unterhält; und indem er auf die wirksamste Weise die nachtheiligen Umstände des Rauches und der gewöhnlichen Ablagerung des Rußes in den Feuerzügen verhindert, gewährt er eine durchschnittliche Ersparniß von 20 Procent in der Quantität des consumirten Brennmaterials und gestattet die Anwendung von ganz wohlfeilem Brennmateriale an der Stelle des theuren, so wie auch Steinkohlenklein statt der stückigen Kohle als ein subsidiäres Mittel, den Aufwand der Brennmaterial-Consumtion zu vermindern."

*) Der Apparat Stanley's ist vor mehreren Jahren am Bord des Dampf-

können nicht mehr in Anspruch nehmen, als was sie zu leisten vermögen; jeder von ihnen erfüllt den Zweck, für welchen sie construirt sind, und überall, wo hinlänglicher Raum vorhanden ist, um sie anzubringen, und wo die gleichförmige Wärmequantität, welche durch sie erzeugt wird, sich mit den Bedürfnissen der Dampfmaschine und mit denen des Fabrikanten verträgt, werden sie dem Zwecke entsprechen, den man durch sie erreichen will.

Wir müssen hier bemerklich machen, daß diese Einrichtungen nicht anwendbar sind auf Oefen der Marinekessel, oder auf alle diejenigen, wo das Feuer sehr wirksam und unregelmäßig ist, oder auf diejenigen, von denen man große Dampfquantitäten verlangt.

Sie dienen einfach dazu, auf dem Roste eine dünne Schicht Brennmaterial zu erhalten und folglich eine reichliche Speisung und selbst einen Luftüberschuß für die in kleinen Quantitäten auf jedem Theile der Oberfläche des Brennmaterials entbundenen Gase zu unterhalten. Wir haben keinen Grund, anzunehmen, daß man mit dem Einen oder dem Andern eine ökonomischere Anwendung des Brennmaterials erlangen könne.

In der Gesellschaft der Künste hat man in einer Untersuchung über diesen Gegenstand sehr vielen Nachdruck auf die jährliche Ersparniß durch die Anwendung beweglicher Roste in einem großen Etablissement Londons gelegt. Aber die Ersparniß rührte, wie es den Anschein hat, nicht von einer ökonomischeren Anwendung der Kohle, noch von einer größern Erzeugung der Wärme, noch von einer vollkommneren Verbrennung, sondern einfach von dem Umstande her, daß diese Art, den Ofen zu speisen und beständig eine dünne Schicht Brennmaterial auf dem Roste zu erhalten, dem Eigenthümer es möglich machte, sich einer geringeren Qualität von Steinkohlen zu bedienen.

Für die schon construirten Kessel kann man Modificationen verlangen, um die nöthige Luftspeisung zu erhalten. In den Landkesseln, deren Ofenthüren in einem Mauerwerke sitzen, ist es leicht, diese Thüren mit geringen Kosten zu erweitern, so daß man hinlänglichen Raum erhält für die Anbringung der gewünschten Zahl von Mündungen, welche im Durchschnitt für die Gesammtoberfläche 5 bis 6 Quadratzoll für jeden Quadratfuß der Rostoberfläche des Ofens haben müssen, je nach der Art der Steinkohlen (0,0344 bis 0,0416 Quadratmeter auf 1 Quadratmeter).

Aber bei den Marinekesseln den Ort der Thür zu erweitern, ist eine Operation, die in Verlegenheit setzt. Wenn man nicht hinlänglichen Raum erhalten kann, so ist es vortheilhaft, als Zusatz zu allen halbzölligen Oeffnungen, die man in der Hinterplatte der Thür,

---

schiffes Liverpool der Dubliner Compagnie angewendet worden. Außer seinem unbequemen Volumen ist er ganz mangelhaft, wenn er auf große Oefen angewendet wird, welche die wirksamste Heizung erheischen und dem unregelmäßigen Dampfbedürfnisse entsprechen müssen, wie es bei den Marinekesseln vorzukommen pflegt.

oder in ihrer Nachbarschaft anbringen konnte, die gewöhnliche mit Oeffnungen versehene Luftbüchse, welche in der Fig. 14 dargestellt ist, anzubringen. Dieses ist mit vielem Erfolge noch dieses Jahr am Bord des Postdampfschiffes Llewellyn in Anwendung gebracht worden. Die Kessel waren neu, und da der Fabrikant keinen hinlänglichen Raum gelassen hatte, um Thürrahmen von der gewünschten Oberfläche anzubringen, so ersetzte man das Fehlende für die Luftspeisung durch die gewöhnliche, in der Brücke angebrachte, mit Löchern versehene Büchse.

Vorher waren die Kessel dieses Dampfschiffes ausgezeichnet durch das beständige Volumen dicken Rauches, welchen sie ausspieen; der neue Kessel giebt nicht allein keinen Rauch, sondern er liefert auch mehr Dampf bei einer geringern Kohlenconsumtion; der Contrast zwischen den beiden Arten der Ofenconstruktion wird sehr bemerklich in dem folgenden Berichte des Herrn Joseph Clarke, Ingenieur der Dubliner Compagnie, welcher dieses Schiff gehört *)

Als ein Beispiel dessen, was geschehen könnte bei den Marinekesseln, ist in Fig. 33 die gewöhnliche Art abgebildet worden, die Stelle der Thür bis auf die einfache Dimension der Platte zu reduciren, welche die Thür bildet, wie in a. Die Fig. 34 zeigt die Art, die Stelle zu vergrößen, welche für die Oeffnungen von $\frac{1}{2}$ Zoll (0,013 Meter) sowohl an den Seiten, als über der Oeffnung der Thür in B bestimmt ist, um die hinlängliche Zahl der Oeffnungen anbringen zu können. Diese Einrichtung ist dargestellt in Fig. 35. Es verdient hier bemerkt zu werden, daß die gewöhnliche Constructionsart für die

---

*) „Das Dampfschiff des Depechendienstes von Holyhead, der Llewellyn, welches jetzt seit 3 Monaten mit den neuen Kesseln ausgestattet ist, veranlaßt mich, Ihnen das Resultat der Art und Weise mitzutheilen, wie sie ihren Dienst verrichten. Dieses Schiff hat zwei Kessel, den einen vor, den andern hinter den Maschinen. Ihre Construktion ist genau dieselbe; jeder hat 6 Oefen, die sich genau gleich sind. Für den Zweck, den Contrast bemerklich zu machen, welcher zwischen dem Principe, um den Rauch zu verhindern, und der gewöhnlichen Art besteht, ist der vordere Kessel so gelassen worden, wie er aus den Händen des Fabrikanten hervorging, während in dem hintern Kessel die Thürrahmen der Oefen (eingerichtet, um Luftbüchsen zu erhalten) mit 941 Löchern von $\frac{7}{16}$ Zoll (0,011 Meter) Durchmesser für den Zutritt der Luft versehen worden sind. Da sie noch nicht hinlänglich waren, so brachte man hinter der Brücke die durchlöcherte Platte an, welche 321 Löcher erhielt, was im Ganzen 470 Löcher sind, deren Gesammtareal ungefähr 5 Quadratzoll für jeden Quadratfuß der Rostoberfläche betrug (0,0347 Quadratmeter auf 1 Quadratmeter). Der Erfolg davon war, daß, während der vordere Kessel beständig ein dickes Volumen Rauch erzeugt, der hintere gar keinen Rauch liefert. Es ist ganz merkwürdig, den Dampf zu gleicher Zeit aus den beiden Kesseln und den Rauch bloß aus einem einzigen derselben hervortreten zu sehen. Ich kenne nichts, welches besser ein Princip demonstriren könnte, als den Contrast, welcher zwischen den beiden Kesseln dieses Dampfschiffes besteht; er zieht die Aufmerksamkeit der Passagiere auf sich; auch habe ich beschlossen, die beiden Ofeneinrichtungen so, wie sie sind, noch einige Zeit bestehen zu lassen, um dem Publikum zu zeigen, daß es möglich sei, den Rauch zu verhindern. Wenn der Dienst des Schiffes es gestatten wird, so ist meine Absicht, die Oefen der beiden Kessel einander gleich zu machen.“

Anbringung der Thür bei den Marinekesseln schwierig und kostspielig ist, wie man in Fig. 33 sieht, während die Einrichtung der Fig. 34 so einfach ist, daß sie eine hinlängliche Ersparniß gewährt, um den Mehraufwand zu bestreiten, den die Luftbüchsen der folgenden Figuren verursachen.

Die Fig. 35 stellt eins der Mittel dar, die angewendet werden, wenn der Kessel dem Principe nach so construirt ist, um es zu gestatten, in diesem Theile die gewünschte Zahl von Oeffnungen anzubringen. Diese Einrichtung ist seit mehreren Jahren und ohne irgend eine Reparatur zu erheischen, vollkommen gelungen. In der Figur kann man sehen, daß die Luftbüchsen angebracht worden sind an den Seiten und über den Thüren; die Luft bringt ein durch die obere Büchse in a und durch die Seitenbüchsen in **B B** (links ist die Ansicht von Außen, und rechts die Ansicht vom Innern der Mündungen). Im Mittelpunkte ist eine Schieberplatte **P**, welche abwechselnd rechts und links die oberen Oeffnungen verschließen kann, wenn der eine oder der andere der Oefen eben geladen werden soll.

Wenn man sehr auf der Nothwendigkeit besteht, geschickte Heizer zu haben, so ist es von Belang, nachzuweisen, worin eigentlich die Pflichten dieser Heizer bestehen. Die weiter unten folgenden Figuren werden die Differenz des Resultates erklären, welches zwischen einer schlechten und einer guten Art, die Oefen zu laden, besteht.

Fig. 36 (die untere Figur). Dieses ist die angemessene Methode, nämlich diejenige, eine gleichförmige Kohlenhöhe auf den Rosten zu erhalten, welche eine gleichförmige Gasentbindung während der ganzen Zeit der Ladung und eine gleichförmige Temperatur in den Feuerzügen zur Folge hat.

Fig. 36a (die obere Figur). Sie stellt die gewöhnliche Art des Ladens der Oefen der Marinekessel dar, wobei man die Hälfte der Ladung vorn so hoch und so nah an der Thür als möglich behält, indem man das Ende des Rostes an der Brücke verhältnißmäßig entblößt läßt. Die nothwendige Folge davon ist, daß die Luft in so großer Quantität durch die unbedeckten Roststäbe dringt und daß man alle Anstrengungen vernichtet, welche gemacht worden sind, um die unentbehrliche Quantität Luft auf eine angemessene Weise eintreten zu lassen.

Ein wichtiger Vortheil, welcher auf Rechnung der ausgeübten Ueberwachung im Betreff der zugelassenen Luftquantität kommt, besteht darin, daß dann der Mechaniker die Länge des Rostes vermindern kann, indem er Ziegelsteine auf den hintern Theil desselben legt, sobald er gewahr wird, daß eine überschüssige Länge nur dazu dient, eine unverhältnißmäßige Luftspeisung durch die entblößten Theile des Rostes dringen zu lassen.

Die Leichtigkeit, mit welcher der Heizer den besten Anordnungen entgegen wirken kann, macht natürlich auf den Vortheil der Appa-

rate mit mechanischer Speisung aufmerksam. Dieses ist ein offener Pfad für die Geschicklichkeit der Ingenieure, und sie können hier eine nützliche Anwendung für ihre Talente finden; die Basis des Erfolgs wird indessen immer darin bestehen, auf dem Roste zu allen Zeiten eine Schicht Brennmaterial von hinlänglicher und gleichförmiger Höhe zu erhalten.

Obgleich diese Bemerkungen sich nicht auf die Verbrennung der Gase in den Locomotivkesseln beziehen, so sind doch die Partikularitäten des in Fig. 37 dargestellten Kessels so zu Gunsten des Principes, die Luft aus zahlreichen Oeffnungen eintreten zu lassen, daß sie unsere Aufmerksamkeit verdienen.

Fig. 37. Diese Einrichtung ist die Erfindung des Herrn Dewrance, damals Ingenieur der Compagnie der Eisenbahn von Liverpool nach Manchester; sie wurde angebracht am Condor, der Locomotive dieser Gesellschaft, und machte es möglich, in derselben mit einem vollständigen Erfolge Steinkohlen statt Coaks zu verbrennen. Man kann sehen, daß hier die Luft, welche aus einem abgesonderten Canale kommt, durch mehrere verticale durchlöcherte Röhren dringt und daß sie aus demselben durch eine große Zahl kleiner Mündungen in das Gas entweicht, welches in einer großen Kammer, der sogenannten Mischungs- oder Verbrennungskammer, enthalten ist. Die Folge davon ist eine unmittelbare Vertheilung und Verbrennung. Die geneigte Platte corrigirt bis zu einem gewissen Punkte die geringe Länge des zu durchlaufenden Weges oder der Entfernung der Röhren *).

Um diese Bemerkungen über die verschiedenen Arten zu beendigen, Luft in die Oefen treten zu lassen, genügt noch der Zusatz, daß wenn die Fabrikanten gehörig beachten, was bereits aus einander gesetzt worden, so können sie die Patente ersparen für die Verbrennung des Rauchs. Alles, was sie zu thun haben, besteht darin, so genau wie möglich das Princip des gewöhnlichen Argand'schen Gasbrenners nachzuahmen. Sie mögen die Luft in den Ofen durch eine große Zahl kleiner Oeffnungen treten lassen, auf gleiche Weise, wie in der Lampe das Gas in die Luft eintritt durch kleine Oeffnungen. Sie haben dann keinen Erfinder nöthig. Sie mögen damit anfangen, in die Thür und in den Rahmen der Thür so viel $\frac{3}{4}$zöllige oder $\frac{1}{2}$zöllige Oeffnungen (0,019 bis 0,013 Meter) zu bohren, die wo möglich 1 Zoll weit (0,025 Meter) aus einander liegen. Wenn der Ofen groß ist und wenn die Oberfläche des Thürrahmens nicht ausreichend ist, um die nothwendige Löcherzahl anzubringen, so mögen sie in die Brücke die durchlöcherte Platte setzen, wie in Fig. 14 zu sehen ist, und wie sie der Dr. Ure in der letzten Auflage seines Lexikons der Künste im Artikel: „Unannehmlichkeiten des Rauches" beschreibt.

---

*) A, geneigte Platte; B, Verbrennungskammer; C, Feuer aus gewöhnlicher Steinkohle; D, Passage der kalten Luft.

Elfter Abschnitt.

Die künstlichen Brennmaterialien.

Die Fabrikation künstlicher Brennmaterialien hat bei dem sich immer mehr und mehr herausstellenden Bedarf an Brennmaterialien seit längerer Zeit schon eine große Anzahl von Technikern beschäftigt, vorzüglich in Frankreich, wo die Theuerung der Brennmaterialien noch viel größer ist; es ist das Land dieser Technik. Es sind die Fabriken von Popelin Ducasne und Felix Moreau zu Paris, die sich allein mit Combustibles artificielles, den Charbons de Paris, Carbolein rc. beschäftigen und sehr umfangreiche Geschäfte betreiben. Zu den künstlichen Brennstoffen werden im Allgemeinen pulverförmige Brennmaterialien, in der Regel Hüttenabfall, Steinkohlen-, Braunkohlen- und Torfklein, Sägespäne, extrahirte Farbenhölzer verwendet, welchen man ein Bindemittel zusetzt, entweder Theer oder Thonbrei, durch Pressen in geeigneter Form, unter Anwendung von Wärme, Ziegeln (briquettes) preßt. Die unter Anwendung pyrometrischer Wärme gepreßten Torf- und Lohziegeln gehören ebenfalls hierher.

Die in neuerer Zeit immer mehr in Aufnahme kommende Photogen-Fabrik liefert, wenn sie mit Torf oder Braunkohle arbeitet, in dem kalten verkohlten pulverförmigen Rückstande, sowie in dem, nach geschehener Reinigung der Mineralöle in den Destillirapparaten zurückbleibenden Asphalt ein herrliches Material zur Herstellung künstlicher Brennmateriale. Der Asphalt wird gepulvert und mit dem ebenfalls gepulverten kohligen Rückstande der braunen Kohle oder des Torfes innig gemengt, und dieses Gemenge wird mit $\frac{1}{8}$ Theil durch unreine Schmieröle verdünntes Steinkohlentheer zu einer recht steifen, mehr trocknen Masse angemacht, und die daraus geformten Ziegeln dem Drucke der Bernhardischen Kalkziegelpresse ausgesetzt und dann aufbewahrt, und man erhält, da die Rückstände in den Photogenfabriken ganz werthlos sind, nicht nur ein billiges, sondern auch ein, den besten Koaks an Hitzkraft gleichstehendes Brennmaterial, welches vor den Koaks noch den Vorzug hat, daß es zu seiner Verbrennung viel weniger Zug bedarf und ein Mal entzündet ganz herrlich fortbrennt. Es ist zu verwundern, daß die Photogenfabriken noch nicht Anstalten errichtet haben, um ein solches künstliches Brennmaterial herzustellen, welches sich sowohl zu allen industriellen und metallurgischen Heizungen, als auch zur Kesselheizung auf Locomotiven und zum wirthschaftlichen Gebrauche eignet und dabei wegen seiner Leichtigkeit und Festigkeit einen weiten Transport aushält, ohne viel Krümpfe zu geben. Diese Rückstände der mit Braunkohlen oder Torf arbeitenden Photogenfabriken bieten noch ein weites Feld für die Technik dar. Selbstverständlich ist es, daß Rückstände aus Photogenfabriken, die mit bituminösem Schiefer arbeiten, hierzu unbrauchbar sind.

Vor etwa 20 Jahren machte das von Weschniakoff erfundene Carboleïn, ein aus Steinkohlenruß und thierischem Fette dargestelltes Brennmaterial, viel Aufsehen. Nach einer Analyse von Kaiser in München bestand es aus 92 Proc. Steinkohle (mit 8 Proc. Asche) und 8 Proc. thierischem Fette. Das specifische Gewicht betrug 1,25. Es wurde ebenfalls in Form von Ziegeln gepreßt; seine Darstellung war aber sowohl hinsichtlich des Arbeitslohnes, als auch in Bezug auf die Kosten des zur Darstellung erforderlichen Zweckes in den meisten Gegenden zu hoch zu stehen, als daß an eine allgemeine Einführung des Carboleïns als Brennmaterial zu denken gewesen wäre. Jetzt, wo die Brennmaterialien seit 20 Jahren so bedeutend im Preise gestiegen sind, jetzt, wo man statt des theuern thierischen Fettes das billige Steinkohlentheer verwenden kann, jetzt, wo die theure Arbeit des Handformens und Pressens durch zweckmäßige Maschinen ersetzt wird, möchte es an der Zeit sein, die Weschniakoff'sche Erfindung einer neuen technischen Prüfung zu unterwerfen.

Das in der Fabrik Popelin Ducasne übliche Verfahren zur Herstellung der Charbons de Paris besteht in Folgendem. Man benutzt fast alle werthlosen brennbaren Abfälle, und dies ist der Grund, warum die Fabrik eine so bedeutende Ausdehnung erlangt hat. Die Art und Weise der Bereitung dieses Brennmaterials besteht im Wesentlichen darin, daß Kohlen- und Holzabfälle (Sägespäne, ausgekochte Farbenhölzer etc.) mit Steinkohlentheer zu einer teigigen Masse angemacht und diese zu Ziegeln geformt wird, welche man während des Pressens erhitzt, wobei sich der Theer zersetzt und eine feste Masse bildet, die das ursprüngliche, mit dem Theer gemengte Kohlen- und Holzklein wie ein Netz einschließt und die Theile desselben zu einer einzigen Masse umbildet; je besseren Brennstoff die Kohlen und andere Abfälle, die den Grundstoff bilden, besitzen, ein um so besseres Brennmaterial erhält man. Das auf diese Art hergestellte Brennmaterial ist nicht zerreiblich und kann ohne viel Krümpfe zu bilden weiten Transport aushalten. Das dazu benutzte Kohlenklein kann unbeschadet seiner Brauchbarkeit von Holz, Torf, Braun- oder Steinkohle oder anderen Brennstoffen herstammen; man kann aber, mit Ausnahme der Steinkohle, diese Brennstoffe nicht unmittelbr dazu benutzen, weil sie bei der Verkohlung eine zu starke Schwindung erleiden würden, es sei denn, daß man die Stücke unverkohlt in Handel bringen will, da die Verkohlung der ungekohlten Abfälle zugleich mit der Zersetzung des Steinkohlentheers vor sich geht, und dann kein festes Material bildet; deshalb werden alle übrigen Abfälle ebenfalls erst einer trocknen Destillation oder Verkohlung unterworfen.

Zu der Pariser Kohle werden nur Abfälle von Holzkohle verwendet. Man nimmt dazu das Kohlengruß oder die sog. Kohlenstübbe, d. h. alle staubartigen und körnigen Holzkohlen, welche sich in den Eisenhütten und anderen industriellen Etablissements, die mit Holzkohlen betrieben werden, oft in so großer Menge anhäufen und keine

Verwerthung finden. Die Pariser Fabrik erhält solche Kohlenstübbe von mehreren Eisenhütten, läßt aber selbst auch große Massen von Kohle, aus geringen Brennstoffen, herstellen, zum Zweck der Darstellung ihres Produktes, und zwar dadurch, daß mancherlei Holzabfälle, die fast ohne Werth sind, und deren Wegnahme für den Waldboden sehr nützlich ist, verkohlt werden. Diese Verkohlung wird im Walde, in tragbaren, etwa 6 Fuß weiten und eben so hohen Oefen vorgenommen. Ein solcher Ofen hat die Gestalt eines Cylinders, auf welchen ein abgestumpfter Kegel von stumpfem Winkel aufgesetzt ist, aus dessen oberer kleinen Basis der Rauch entweicht. Der Ofen besteht aus Gußeisen und ist aus mehreren leicht zusammenfügbaren Stücken zusammen gesetzt. Im unteren Theile befindet sich eine Thür, durch welche die Kohle ausgezogen wird und die während des Verkohlungsprozesses geschlossen ist. Wenn der Ofen aufgestellt worden ist, umgiebt man ihn etwa 20 Zoll dick mit Erde, welche durch einen bretternen Mantel zusammen gehalten wird. Die Holzabfälle, wie Reisigholz, Hackspäne &c., werden in Formen von Bündeln in den Ofen gebracht. Nachdem einige derselben hinein geworfen sind, wirft man eine Schaufel voll glühender Kohlen darauf und läßt sie verkohlen, und sobald kein Rauch mehr durch die obere Oeffnung kommt, werden frische Bündel nachgeworfen, worauf man die obere Oeffnung zudeckt, die Kohle erstickt und dann auszieht. Der entleerte heiße Ofen wird sogleich wieder besetzt. Man sieht leicht ein, daß auf diese Art keine vollkommene Verkohlung erlangt werden kann. Die Kohlen werden nun nach der Pariser Fabrik gebracht, in welcher folgende Einrichtungen getroffen sind. Eine große Cisterne nimmt den Steinkohlentheer aus den Gasanstalten auf, und kann dieselbe gegen 8000 Centner fassen. Aus dieser Cisterne wird der Theer durch Pumpen in Behälter gebracht, die neben den Mengemaschinen stehen. Die Kohlen werden zunächst in Mühlen mit konischen Läufern gemahlen und dann unter Walzen mit Theer vermengt; man nimmt dort 50 Proc. Theer zu 100 Theilen Kohle. Das Gemenge gelangt hierauf in den Form-Apparat, in welchem es stark zusammengedrückt und in quadratischen Stücken von 6 Zoll und 1 Zoll Stärke gepreßt wird. Mit diesen Stücken füllt man länglich viereckige Kästen von Gußeisen, die auf Wagen stehen, welche auf Eisenbahnen laufen, wodurch die Kästen leicht in den Ofen gebracht werden können. In diesem Ofen wird die Verkohlung bewirkt, und die dazu erforderliche Wärme wird durch die Verbrennung der Destillationsprodukte des Theers erzeugt. Der Centner von dieser Pariser Kohle kostet etwa 2 Thaler; sie entzündet sich leicht, brennt ohne Flamme und Rauch, aber sehr langsam. Sie eignet sich daher sehr gut zur Haushaltung, namentlich für kleine Wirthschaften, sowie zu solchen technischen Zwecken, zu denen eine anhaltende, nicht sehr hohe Hitze erforderlich ist. Die Pariser Kohle hinterläßt 20 — 22 Proc. Asche und ihr Wärmeeffect ist etwa $\frac{4}{5}$ von dem der Holzkohle.

Man bringt auch die auf obige Art bereitete Kohle in einer anderen eigens hierzu construirten Maschine in die Form von Cylindern; die geformten Kohlencylinder werden wie die Briquets erst 36 — 48 Stunden an der Luft getrocknet und dann ebenfalls verkohlt.

Die geformten Kohlen haben vor den gewöhnlichen Kohlen den Vorzug, daß sie nur wenig zerreiblich und deshalb, wie erwähnt, leicht transportabel sind, langsam brennen und mehr Hitze geben, es mögen dieselben nun in quadratischen Tafeln oder kurzen Cylindern bestehen; ein einmal angezündetes Stück brennt auf jedem gewöhnlichen Roste fort, was bekanntlich die Koaks nicht thun. Der große, je nach dem benutzten Material sehr wechselnde Aschengehalt ist der einzige Nachtheil derselben.

Weit wichtiger noch ist die künstliche Stückkohle oder die Peras (pèras), deren Darstellung aus Kohlenklein von backenden Kohlen seit einer Reihe von Jahren von dem Ingenieur Marsais, Director der Steinkohlengruben von St. Etienne, eingeführt worden ist.

Das Wesentliche der Fabrikation besteht darin, daß man das Kohlenklein zuerst in einem, dem Setztroge ähnlichen Apparate wäscht, um sowohl die schwereren Verunreinigungen, wie Stein, Schiefer und Kiese, als auch die abschlämmbaren Theile, wie Thon und Erde, abzuscheiden und ein möglichst reines Kohlenklein darzustellen. Die durch diesen Waschprozeß gewonnene reinere Kohle wird zum Abtropfen in Haufen gebracht, hierauf mit Hülfe von cannelirten Walzen zu Pulver gemahlen, das Pulver getrocknet, noch warm mit 7 — 8 Proc. eingedicktem Steinkohlentheer, sogenanntem Asphalt-Mastix, vermischt, und die heiße Masse in Formen gepreßt, wodurch Ziegeln mit abgerundeten Ecken von etwa 20 Pfund Schwere entstehen, welche nach dem Erkalten eine bedeutende Härte besitzen.

Die Peras zerbrechen nicht so leicht, wie die meiste natürliche Stückkohle; sie lassen sich weit besser magaziniren, indem $\frac{1}{3}$ an Raum gespart wird, und eignen sich deshalb besonders zur Locomotiven-Feuerung. Beim Gebrauche werden die Stücke zerschlagen; die dadurch entstehenden eckigen Stücke liegen auf dem Roste nicht so dicht auf einander wie Steinkohlen und lassen die Luft gut durchziehen; sie sind sehr brennbar und geben neben langer Flamme mehr Wärme als gewöhnliche Steinkohle; ein Mal entzündet, brennen sie sehr leicht fort.

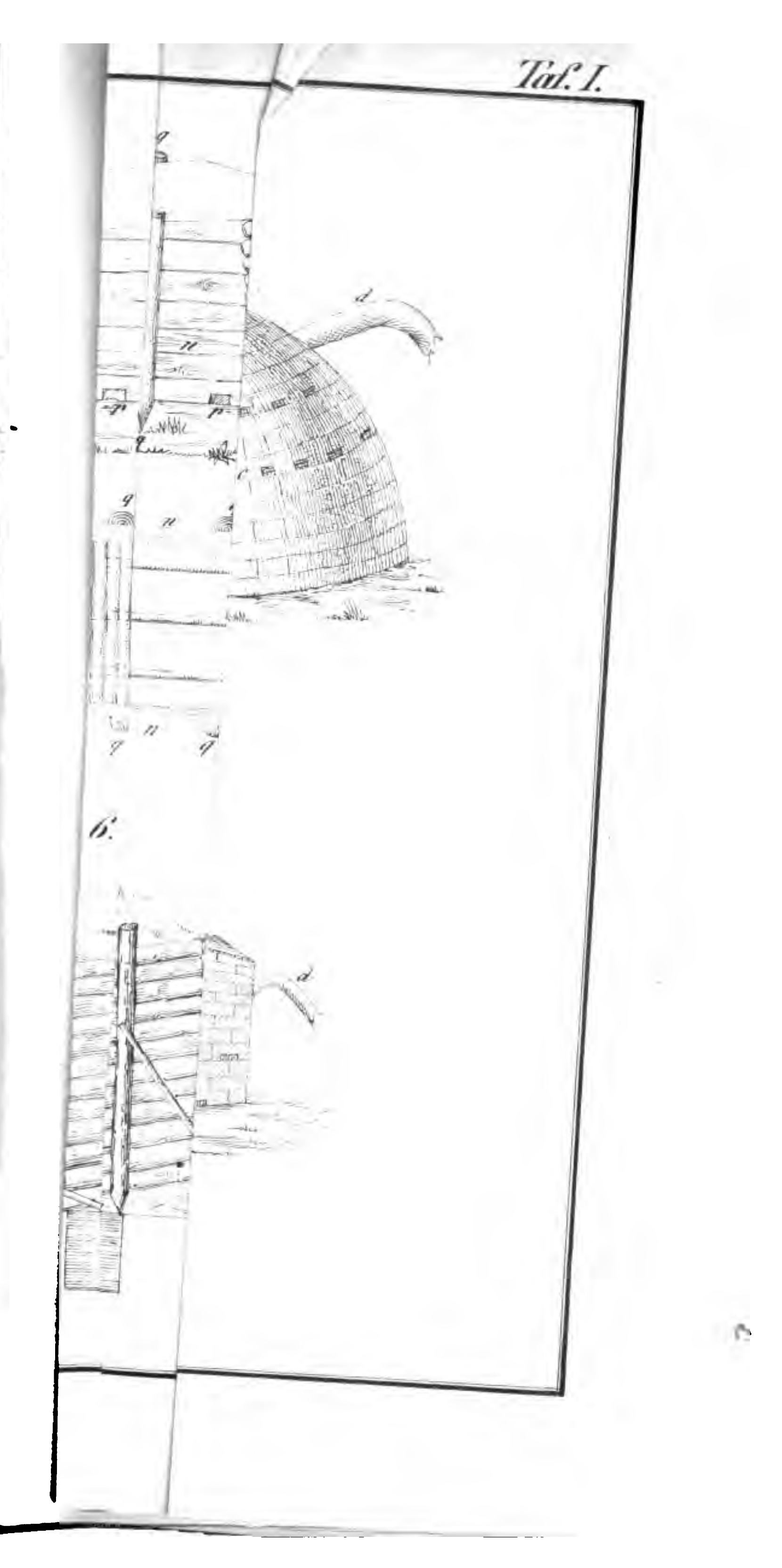
Nach Payen stellt sich auf den Steinkohlengruben von Blancy der Preis von 1000 Kilogrammen der Peras auf 14 Franken, während sie mit 18 Franken verkauft werden. Es kosten nämlich:

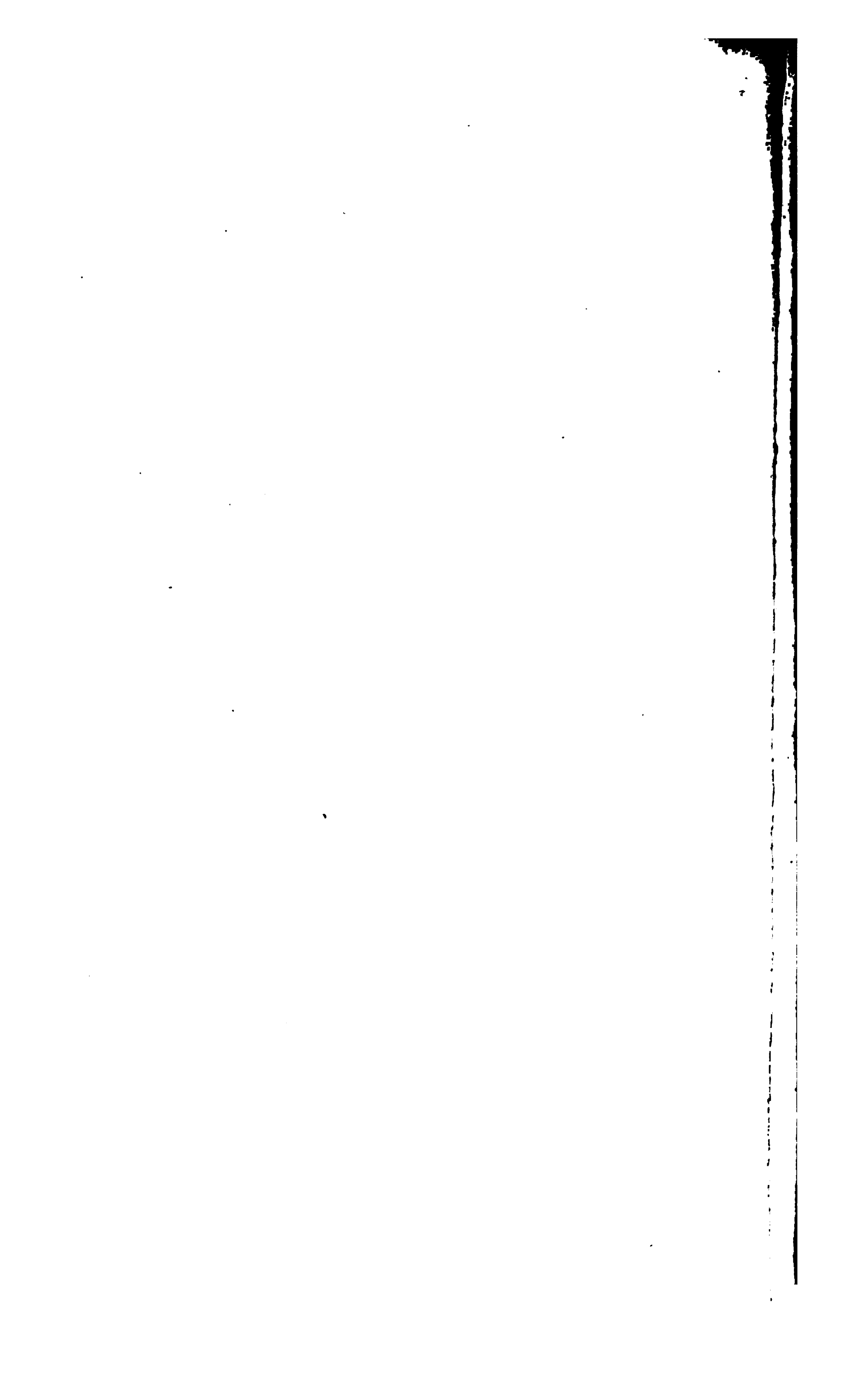
20,000	Kilogr. gewaschenes Kohlenklein	160 Franken.
1,700	„ Steinkohlentheer . . .	95 „
	Fabrikationskosten	48 „
21,700	Kilogrammen Peras . . =	303 „

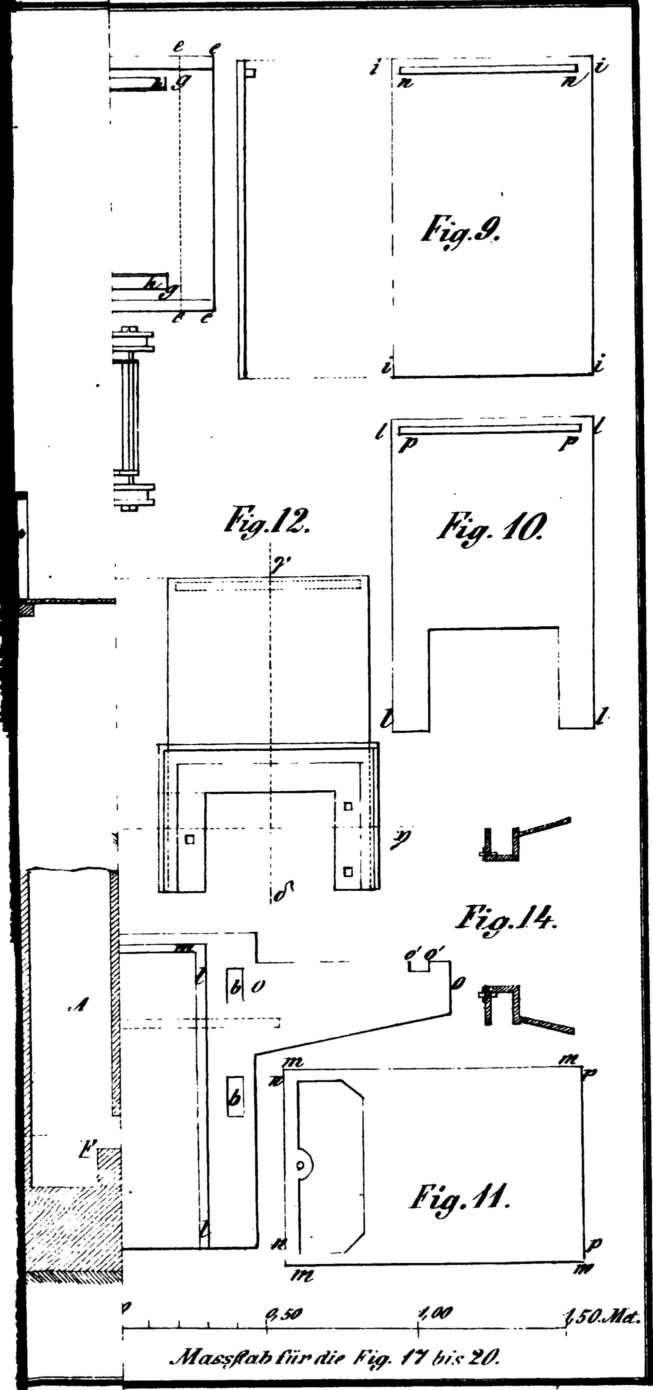
Stark backende Kohlen lassen sich selbst ohne Theerzusatz durch Pressen unter hydraulischen Pressen zu einer cohärenten Masse vereinigen, wenn man sie in verschlossenen Gefäßen bis auf 400 — 500° C., d. h. bis zu dem Punkte erhitzt, bei welchem sie zu erweichen beginnen, und sie nochmals einem starken Drucke aussetzt. Auf diese Weise sind die Kohlenziegeln (briquettes de charbon) von Stetten und Chai zu Gosselier bei Charleroi in Belgien dargestellt (Wagner's Jahresbericht 1855, S. 458). Nach Heeren scheint die beste Darstellung dieses künstlichen Brennstoffes folgende zu sein: Es wird ein langes, ungefähr 3 Zoll weites eisernes Rohr in der Weise befestigt, daß sein mittlerer Theil bis zur erforderlichen Temperatur erhitzt werden kann. Man füllt das Rohr mit dem gewaschenen Kohlenklein, läßt einen Stempel mit großer Gewalt darauf drücken und schiebt dadurch den Inhalt um eine gewisse Strecke fort. Der Stempel geht dann wieder in die Höhe, es werden frische Kohlen nachgefüllt u. s. w. Indem in dieser Weise die Kohle fortgeschoben wird, erweicht und während des Erkaltens nun in dem Rohre noch dem nämlichen Drucke ausgesetzt bleibt, geht sie in eine dichte cylinderförmige Masse über. Auf der Pariser Ausstellung des Jahres 1855 befand sich gepreßte Kohle dieser Art in etwa dreizölligen, außen glänzend schwarzen, innen vollständig compakten Cylindern. Es werden davon 100 Kilogr. für 3 Franken verkauft. Auch in London waren viel künstliche Brennmaterialien ausgestellt. Der Gegenstand ist von größter Wichtigkeit und bedarf weiterer Versuche, da namentlich auch an vielen Orten Deutschlands der Preis der Brennmaterialien zu einer großen Höhe gestiegen ist und daher alles geschehen muß, um denselben zu vermindern; eine gute billige Lösung dieser Aufgabe würde gewiß einem äußerst dankbaren Fabrikationszweige die Bahn brechen.

Die Brennmaterialien-Lehre und ihre Kenntniß ist der zuverlässigste Weg, die möglichste Oekonomie der Brennstoffe zu erreichen; eine gründliche Kenntniß der Brennstoffe und genaue Beschreibung der zweckmäßigsten Verwendung der Brennstoffe, führt besser zu diesem Zweck, als eine ausführliche Beschreibung und Aufführung einer zahllosen Menge neuer angeblicher Verbesserungen und Erfindungen, wie sie durch besondere Schriften oder durch Journale verbreitet werden und oft nichts weiter sind, als eine Zusammenhäufung ingeniöser Ideen, die fast ohne Ausnahme einer wissenschaftlichen Begründung entbehren, und oft von gelehrten Leuten aus Büchern geschöpft sind, welche nicht wissen, wie und auf welche Weise man das nöthige Kaffeewasser zum Kochen bringt. Gerade in dem Fache der Brennmaterialien-Lehre herrscht noch vieles Dunkele, Irrthümer und Vorurtheile, und hierdurch wird am meisten dem Guten und Besseren geschadet, ja selbst die übrigens gut gebildeten

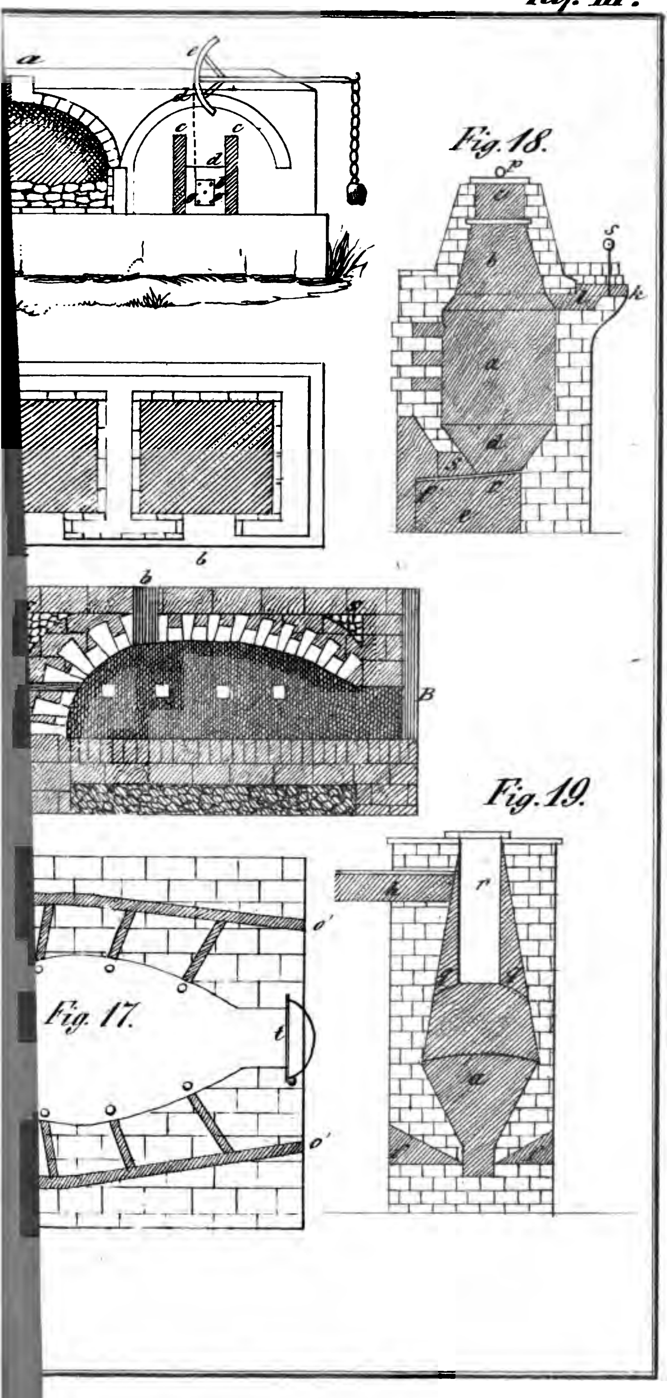
Techniker ermangeln dieser Kenntnisse oft noch in so hohem Grade, daß sie ganz ungebildeten Handwerkern die Anlegung der Heizapparate gänzlich überlassen müssen. Nur in einem Punkte stimmt das große Publikum, gebildetes und ungebildetes, überein, daß eine Verbesserung der Heizmethode, respective eine Ersparung des Brennmaterials, bei den immer und immer höher steigenden Preisen und dem an manchen Orten förmlichen Mangel aller Brennmaterialien, äußerst nothwendig sei; diese zu erreichen, ist jedoch ohne Kenntniß der Brennmaterialien nicht möglich.

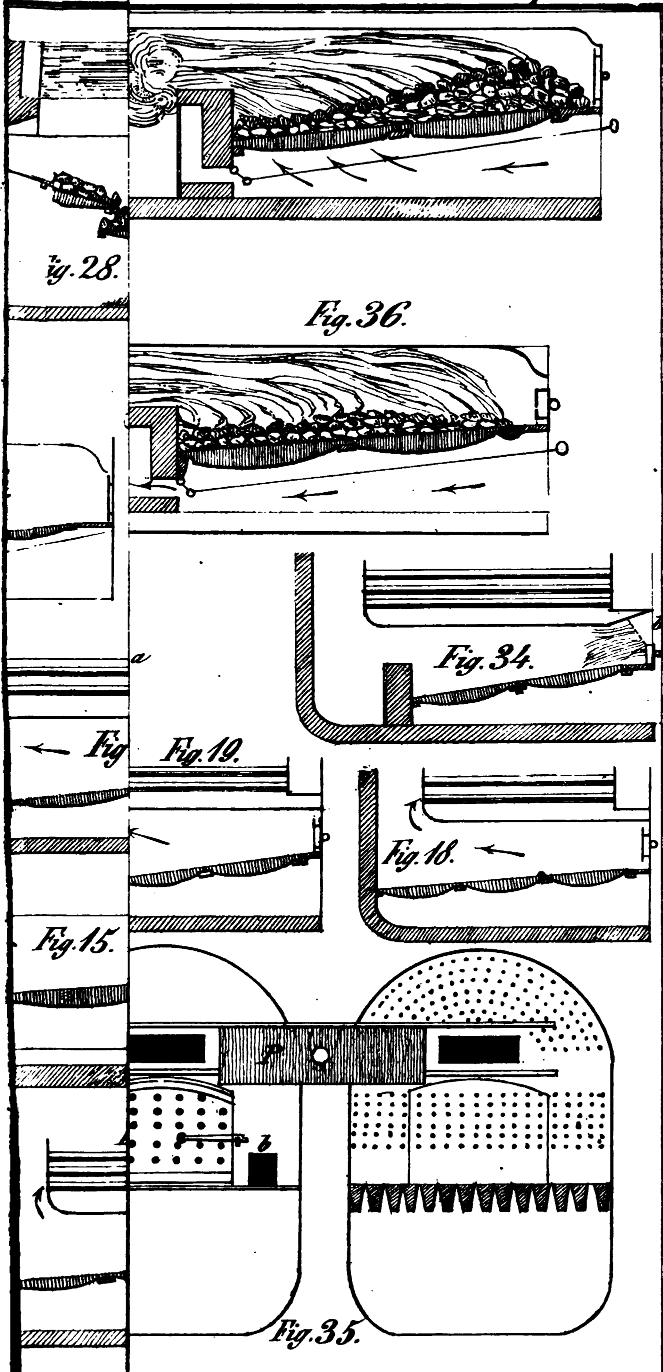

Taf. I.
q
d
n
p
p
c
q
n
q
n
q
6.
d




Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 14.
0
0,50
1,00
1,50 Mtr.
Massstab für die Fig. 17 bis 20.

Taf. III.





ig. 28.
Fig. 36.
Fig. 34.
a
Fig
Fig. 19.
Fig. 18.
Fig. 15.
b
Fig. 35.

